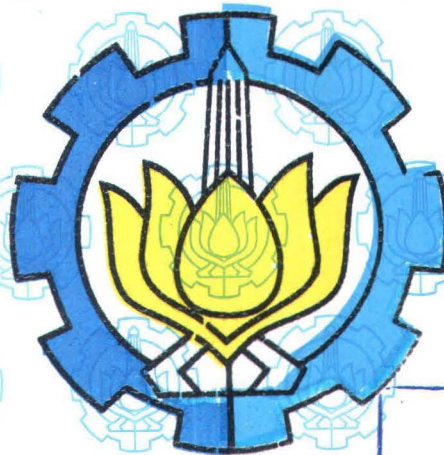


25962/H/06

TUGAS AKHIR
(LS 1336)



**KAJIAN TEKNIS PENAMBAHAN ADJUSTABLE
CIRCULATING DUCT DENGAN POSISI INLET SEARAH
ALIRAN AIR PADA KAPAL PERIKANAN TIPE
OUTBOARD ENGINE DI INDONESIA**



RSSP
623.873

P.113
K-1

2006

PERPUSTAKAAN I.T.S	
Tgl. Terima	15-2-06
Terima Dari	H
No. Agenda Pro.	223886

Disusun Oleh :

SOLECHAN PUJAKEMARA
NRP. 4200 100 005

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

2006

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**KAJIAN TEKNIS PENAMBAHAN ADJUSTABLE
CIRCULATING DUCT DENGAN POSISI INLET SEARAH
ALIRAN AIR PADA KAPAL PERIKANAN TIPE
OUTBOARD ENGINE DI INDONESIA**

**TUGAS AKHIR
(LS 1336)**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

**Surabaya, Januari 2006
Mengetahui / Menyetujui**

Dosen Pembimbing I

**Ir. Surjo Widodo Adji, M.Sc
NIP. 131 879 390**

Dosen Pembimbing II

**Ir. I Wayan Lingga, M.T
NIP. 131 415 662**



Sekretariat: Gedung WA, Kampus ITS Keputih Sukolilo, Surabaya Telp. (031)5994251-5ext. 1100-1103 Fax. (031)5994754, Email : mare_its@surabaya.wasantara.net.id

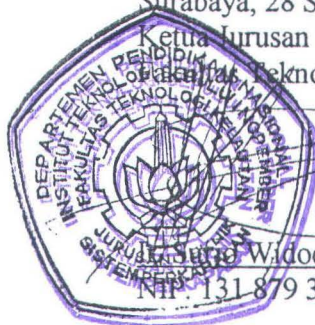
**SURAT KEPUTUSAN Pengerjaan Tugas Akhir
(LS 1336)**

Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS, maka perlu diterbitkan Surat Keputusan Pengerjaan Tugas Akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa tersebut di bawah untuk mengerjakan Tugas sesuai judul dan lingkup bahasan yang ditentukan.

Nama Mahasiswa : Solechan Pujakemara
Nrp. : 4200.100.005
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Surjo Widodo Adji, MSc
2. Ir. I Wayan Lingga, MT
Tanggal Diberikan Tugas :
Tanggal Diselesaikan Tugas :
Judul Tugas Akhir :

**KAJIAN TEKNIS PENAMBAHAN ADJUSTABLE CIRCULATING DUCT
DENGAN POSISI INLET SEARAH ALIRAN AIR PADA KAPAL
PERIKANAN TIPE OUTBOARD ENGINE DI INDONESIA**

Surabaya, 28 September 2005
Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan ITS



Ir. Surjo Widodo Adji, MSc
NIP. 131 879 390

Surabaya, 28 September 2005
Yang menerima tugas:

Mahasiswa

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

Solechan Pujakemara
NRP. 4200 100 005

Ir. I Wayan Lingga, MT
NIP.131 415 662

Ir. Surjo Widodo Adji, MSc
NIP. 131 879 390

ABSTRAK

Untuk meningkatkan efisiensi propeller kita bisa menambahkan adjustable circulating duct dengan membuat posisi inlet dari circulating duct sejajar aliran air yang digunakan untuk mengarahkan aliran air yang akan melewati propeller, volume air yang melewati propeller akan berubah berbanding lurus dengan diameter inlet duct. Dengan penambahan adjustable circulating duct ini diharapkan akan menambah efisiensi daya yang dihasilkan. Percobaan ini menggunakan metode eksperimen.

Dari analisa data yang telah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan bahwa dari keempat propeller orisinal 3 daun yaitu propeller orisinal jenis 3 daun kurus 10/11, propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11, propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12, propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12 yang digunakan pada penambahan adjustable circulating duct yang posisi inletnya dibuat sejajar aliran air hanya propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12 yang kecepatan kapal nelayan dapat bertambah daripada tanpa penambahan adjustable circulating duct sedangkan untuk ketiga jenis propeller orisinal yang lain dengan bertambahnya putaran motor kecepatan kapalnya lebih rendah dari tanpa penambahan adjustable circulating duct.

Kata kunci : *Adjustable Circulating Duct, Penambahan, Propeller, Searah aliran air.*

ABSTRACT

To increase the efficiency propeller we can enhance the adjustable circulating duct by making position inlet from parallel circulating duct of water current used to instruct the water current to exceed to propeller, water volume which exceed propeller will change to compare diametrical with the diameter of inlet duct. With the addition of this adjustable circulating duct expected will add the yielded efficiency energy. This attempt use the experiment method.

From data analysis which have been conducted to be got some conclusion that from fourth of original propeller 3 leaf that is original propeller type 3 thin leaf 10/11, original propeller type 3 fat leaf 10/11, original propeller type 3 thin leaf 11/12, original propeller type 3 fat leaf 11/12 used at addition of adjustable circulating duct which position inletnya made parallel of water current only original propeller of type 3 thin leaf 11/12 which speed of fishing boat can increase than without addition of adjustable circulating duct while to third other original type propeller by increasing rotation of its ship speed motor is lower the than without addition of adjustable circulating duct.

Key Word : Adjustable Circulating Duct, Addition, Propeller, Unidirectional of water current.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat **ALLAH SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang** yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "*KAJIAN TEKNIS PENAMBAHAN ADJUSTABLE CIRCULATING DUCT DENGAN POSISI INLET SEARAH ALIRAN AIR PADA KAPAL PERIKANAN TIPE OUTBOARD ENGINE DI INDONESIA*" sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Tugas ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan Program S-1 di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat pada tugas akhir ini, namun demikian saya tetap berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan berguna bagi yang berkepentingan. Karena itu segala bentuk saran dan kritik yang membangun akan senantiasa saya perlukan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Dan juga tidak lupa semoga amal ibadah dan baik budi semua pihak yang telah membantu dan membimbing dalam mengerjakan tugas akhir ini senantiasa mendapat ridlo dari Allah SWT.

Surabaya, Januari 2006

Penyusun

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas selesainya tugas akhir ini, tidak lupa penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT penguasa semua yang ada di Dunia dan Akhirat yang telah memberikan limpahan nikmat dan anugerah kepada penulis sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Ayah, Mamak, Mbak Yuyun, Mas Lilik, Dik Atha' dan juga si kecil Rafif, serta semua keluarga dirumah yang selalu memberikan dukungan baik dari segi moral dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Suryo Widodo Adji, Msc selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan sekaligus dosen pembimbing I Tugas Akhir yang telah banyak membantu dan meluangkan waktunya demi keberhasilan penelitian ini.
4. Bapak Ir. Wayan Lingga, M.T selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir yang telah banyak memberikan saran-sarannya dalam penelitian ini.
5. Bapak Ir. Bambang Supangkat, Ir. Amiadji dan bapak Ir. Irfan Syarief selaku dosen penguji.
6. Bapak Ir. Semin selaku kepala Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem, JTSP, FTK – ITS.
7. Pak Ruslan selaku teknisi Lab Mesin Fluida dan System, JTSP, FTK – ITS.

8. Bapak Maulan sekeluarga selaku pemilik dari perahu percobaan yang digunakan dalam penelitian ini.
9. Bapak Alex yang memberikan referensi orang yang dapat membuatkan circulating duct.
10. Bapak Solikin yang banyak membantu dalam pembuatan circulating duct.
11. Aries (*Simbah*) yang telah mengijinkan dan memberi ide untuk meneruskan apa yang telah dikerjakan.
12. Tris H. (*Sorem*), Edy N. (*Abud*), Danank, Taufik rekan-rekan senasib seperjuangan dalam penelitian tugas akhir ini.
13. Bayu (*Badjoel*), Dedi (*Gundul*), Wahyu (*Wa'joe*), Yues (*Captaint*), Rudy (*Jayman*), dan Heru (*Rojomolo*), Antok (*Kecoa'*), Edi Jatmiko (*Edeng*), Eko H (*Henk's*), Basuki sebagai tim pendahulu di Laboratorium Mesin Fluida dan System yang digunakan sebagai penelitian dalam tugas akhir ini.
14. Semua teman-teman *Jong Marin00s* yang telah menjadi keluarga kedua bagi penulis selama mengerjakan Tugas Akhir ini. *Thank's Guys..*
15. Dan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan telah banyak membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	
Surat Keputusan	
Abstrak	i
Abstract	ii
Kata Pengantar	iii
Ucapan Terimakasih	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Grafik	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1. Ikhtisar Tugas Akhir	I-1
I.2. Tempat Pelaksanaan	I-3
I.3. Latar Belakang	I-3
I.4. Perumusan Masalah	I-5
I.5. Tinjauan Pustaka	I-6
I.6. Tujuan Tugas Akhir	I-8
I.7. Manfaat Tugas Akhir	I-9
I.8. Metodologi Tugas Akhir	I-9

BAB II DASAR TEORI

II.1. Propeller	II-1
II.1.1. Efisiensi Baling – Baling	II-4
II.1.2. Teori Baling – Baling	II-9
II.2. Teori Elemen Daun	II-10
II.3. Teori Momentum	II-14
II.3. Ringkasan Teori Dasar Penambahan Circulating Duct	II-16

BAB III METODELOGI PENELITIAN

III.1. Umum	III-1
III.2. Percobaan di Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem	III-6
III.2.1. Persiapan	III-6
III.2.2. Percobaan	III-8
III.2.3. Hasil Percobaan	III-9
III.3. Pengujian Pada Kapal	III-9
III.3.1. Tahap Persiapan	III-10
III.3.2. Tahap Percobaan	III-10
III.3.3. Hasil Pengujian di Lapangan	III-11

BAB IV DESAIN CIRCULATING DUCT

IV.1. Desain Circulating Duct	IV-1
IV.2. Desain Pengikat Circulating Duct	IV-3

BAB V ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

V.1. Percobaan di Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem	V-1
V.1.1. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun kurus 10/11	V-2
V.1.2. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11	V-5
V.1.3. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12	V-8
V.1.4. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12	V-11
V.2. Percobaan di Lapangan pada Kapal Nelayan	V-14
V.2.1. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun kurus 10/11	V-15
V.2.2. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11	V-22
V.2.3. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12	V-29
V.2.4. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12	V-35

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan	VI-1
VI.2. Saran	VI-2

Daftar Pustaka

Lampiran

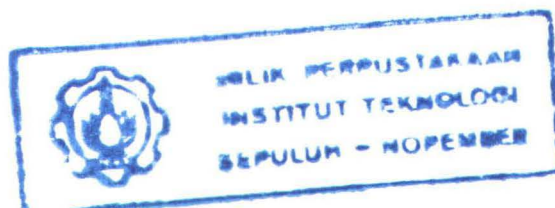
Foto – foto Percobaan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Diagram alir penyelesaian tugas akhir	I-13
2.1. Diagram kecepatan	II-12
2.2. Diagram kecepatan setelah diperbaiki	II-14
2.3. Teori Momentum	II-15
2.4. Distribusi tekanan pada sisi back dan face propeller	II-18
3.1. Diagram alir penyelesaian tugas akhir	III-5
4.1. Dimensi circulating duct	IV-2
4.2. Desain pengikat circulating duct dalam keadaan terpisah	IV-3
4.3. Desain pengikat circulating duct dalam keadaan terpasang	IV-4
4.4. Desain pemasangan adjustable circulating duct	IV-4
4.5. Posisi 1 adjustable circulating duct terpasang searah poros propeller	IV-5
4.6. Posisi 2 adjustable circulating duct terpasang membentuk sudut 10°	IV-5
4.7. Posisi 2 adjustable circulating duct terpasang membentuk sudut 20°	IV-6

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 10/11	V-2
5.2. Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 10/11 dengan penambahan adjustable circulating duct	V-2
5.3. Prosentase perubahan V_a pada propeller orisinal kurus 10/11	V-3
5.4. Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 10/11	V-5
5.5. Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 10/11 dengan penambahan adjustable circulating duct	V-5
5.6. Prosentase perubahan V_a pada propeller orisinal gemuk 10/11	V-6
5.7. Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 11/12	V-8
5.8. Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 11/12 dengan penambahan adjustable circulating duct	V-8
5.9. Prosentase perubahan V_a pada propeller orisinal kurus 11/12	V-9
5.10. Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 11/12	V-11
5.11. Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 11/12 dengan penambahan adjustable circulating duct	V-11
5.12. Prosentase perubahan V_a pada propeller orisinal kurus 10/11	V-12
5.13. Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 10/11	V-15
5.14. Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 10/11 dengan penambahan adjustable circulating duct	V-17
5.15. Prosentase kenaikan/penurunan V_s , FOC, t	V-19



5.16. Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 10/11	V-22
5.17. Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 10/11 dengan penambahan adjustable circulating duct	V-24
5.18. Prosentase kenaikan/penurunan Vs, FOC, t	V-26
5.19. Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 11/12	V-29
5.20. Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 11/12 dengan penambahan adjustable circulating duct	V-31
5.21. Prosentase kenaikan/penurunan Vs, FOC, t	V-33
5.22. Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 11/12	V-35
5.23. Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 11/12 dengan penambahan adjustable circulating duct	V-37
5.24. Prosentase kenaikan/penurunan Vs, FOC, t	V-39

DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1. : Va - % Speed untuk propeller jenis 3 daun kurus 10/11	V-4
5.2. : Va - % Speed untuk propeller jenis 3 daun gemuk 10/11	V-7
5.3. : Va - % Speed untuk propeller jenis 3 daun kurus 11/12	V-10
5.4. : Va - % Speed untuk propeller jenis 3 daun gemuk 11/12	V-13
5.5. : Kecepatan - Putaran - Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun kurus 10/11	V-16
5.6. : Kecepatan - Putaran - Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun kurus 10/11 dengan penambahan adjustable circulating duct	V-18
5.7. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun kurus 10/11	V-20
5.8. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11	V-23
5.9. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11 dengan penambahan circulating duct	V-25
5.10. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11	V-27
5.11. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12	V-30

5.12. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12 dengan penambahan adjustable circulating duct	V-32
5.13. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12	V-34
5.14. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12	V-36
5.15. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12 dengan penambahan adjustable circulating duct	V-38
5.16. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12	V-40

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Ikhtisar Tugas Akhir

Pemerintah pada dekade tahun 70-an membuat program tentang peningkatan taraf hidup masyarakat ekonomi lemah. Salah satunya adalah nelayan tradisional. Program ini diwujudkan dengan nama program motorisasi perahu nelayan tradisional yang menggunakan sistem top down, dimana program tersebut langsung turun dari pemerintah sedangkan para nelayan tradisional hanya menjadi obyek. Dengan tidak adanya tindak lanjut tentang motorisasi itu sendiri mengakibatkan tidak adanya pemahaman dikalangan masyarakat nelayan tradisional terhadap operasional motor yang benar.

Pada akhirnya hal ini menyebabkan tidak efisiennya sistem propulsi perahu yang mereka miliki. Ketidakefisienan tersebut selain disebabkan oleh pemahaman nelayan tentang operasional motor yang salah, disebabkan juga pemilihan motor penggerak berdasarkan trial and error dan kehendak dari pemilik perahu itu sendiri. Penelitian tentang peningkatan efisiensi kapal terus dilakukan dari waktu ke waktu. (Jatmiko, 2005).

Untuk meningkatkan efisiensi propeller kita bisa menambahkan *circular duct* yang digunakan untuk mengarahkan aliran air yang akan melewati propeller, volume air yang melewati propeller akan berubah berbanding lurus dengan diameter inlet duct. Circular duct ditempatkan berada didepan propeller yang dipasang pada selubung poros propeller. Dari percobaan yang sudah dilakukan

circular duct dipasang searah dengan poros propeller sehingga adanya kemiringan terhadap aliran air. Untuk percobaan yang akan dilakukan adalah mengubah konstruksi pengikat circulating duct sehingga circular duct dibuat searah dengan aliran air.

Penambahan circulating duct pada selubung poros kapal nelayan tipe outboard engine tidak dapat berfungsi secara maksimal. Itu dikarenakan posisi lubang isap (inlet) dari circulating duct tidak searah dengan aliran air sehingga aliran air tidak dapat masuk secara maksimal ke circulating duct. Posisi kemiringan circulating duct terhadap aliran air juga menambah besarnya tahanan kapal sehingga kecepatan kapal yang diharapkan tidak tercapai dan juga konsumsi bahan bakar ikut bertambah. (Laksono, 2005).

Dengan perubahan konstruksi pengikat circulating duct, dimana nantinya posisi lubang isap (inlet) dari circulating duct dibuat supaya tetap searah dengan arah aliran air, circulating duct dibuat sejajar dengan aliran air dengan kata lain circulating duct sejajar dengan sumbu x sehingga poros propeller kapal nelayan terdapat sudut kemiringan terhadap circulating ductnya, dengan begitu posisi inlet dari circular ductnya dapat sejajar dengan aliran air sehingga aliran air dapat masuk secara maksimal ke circulating duct. Dengan perubahan konstruksi tersebut diharapkan dapat meningkatkan efisiensi propeller yang dihasilkan.

I.2. Tempat Pelaksanaan

Tempat yang direncanakan untuk pelaksanaan Tugas Akhir ini adalah :

- Lab Mesin Fluida dan Sistem.
- Perairan Pantai Kenjeran Surabaya.

I.3. Latar Belakang

Indonesia merupakan sebuah negara yang memiliki wilayah laut yang sangat luas dan kepulauan yang banyak. Dengan predikat sebagai negara kepulauan tentunya luas lautan yang dimiliki lebih besar dibandingkan negara lain sehingga Indonesia disebut juga negara maritim. Dengan luasnya laut yang dimiliki Indonesia maka besar pula potensi kelautan yang bisa dikembangkan. Salah satunya adalah sumber bahan pangan yang besar yaitu perikanan. Dalam hal ini nelayan mempunyai peranan penting terhadap dunia perikanan yang ada di Indonesia. Dengan adanya nelayan maka kebutuhan akan ikan dapat terus dipenuhi. Tetapi penangkapan ikan yang dilakukan nelayan Indonesia masih terbelang konvensional.

Seiring dengan perkembangan teknologi yang ada, kapal mengalami perubahan tenaga penggerak dari layar ke motor bakar dalam. Dalam penangkapan ikan kemampuan kapal untuk bergerak cepat berpengaruh besar dalam kehidupan nelayan dikarenakan persaingan antar nelayan sendiri dalam menangkap ikan. Hal inilah yang menyebabkan pemakaian motor bakar semakin banyak dalam kalangan nelayan. Harga dari motor bakar sendiri sangat mahal,

apalagi dengan daya yang besar. Sedangkan hasil tangkapan para nelayan sendiri belum tentu dijual dengan harga yang layak.

Harga jual ikan yang kurang layak tersebut terjadi disebabkan oleh berbagai hal sehingga memaksa para nelayan untuk bersaing dalam mendapatkan tangkapan yang banyak :

1. Over fishing.

Hal ini terjadi dikarenakan nelayan dipaksa untuk mendapatkan tangkapan ikan yang banyak untuk mencukupi kebutuhan mereka.

2. Kenaikan BBM

Kenaikan BBM yang dimulai pada tahun 2003 menjadi sebuah permasalahan yang besar bagi para nelayan, dengan biaya operasional yang tinggi sedangkan kenaikan harga ikan hasil penangkapan relatif tetap.

3. Sistem perubahan dari layar ke motor tidak melalui kajian teknis yang benar.

Semua ini terjadi dikarenakan berbagai alasan yang ada. Pertama adalah tingkat pendidikan nelayan yang relative rendah sehingga tidak begitu memperdulikan hal-hal yang teknis dan lebih kearah ekonomis (dalam hal ini harga murah dan mudah). Tetapi hal tersebut merupakan suatu kesalahan karena yang menurut mereka murah dan praktis justru akan menimbulkan kerugian yang tidak disadari karena tidak adanya pertimbangan masalah teknis tersebut sehingga menyebabkan penurunan performance dari system propulsi itu sendiri. (Purnomo, 2005).

Oleh karena itu penelitian kali ini bertujuan untuk menganalisa peningkatan efisiensi yang ditimbulkan dengan pemasangan *circular duct* dengan posisi inletnya dibuat supaya tetap searah dengan aliran air pada kapal perikanan. Circulating duct dipasang pada selubung poros propeller dengan perubahan konstruksi pengikat circulating ductnya. Disini circular ductnya dibuat sejajar dengan aliran air dengan kata lain circular ductnya dibuat sejajar dengan sumbu x jadi terdapat sudut kemiringan antara poros propeller dengan circular ductnya. Dengan begitu posisi inlet dari circular duct dapat sejajar dengan aliran air sehingga aliran air dapat masuk secara maksimal ke circulating duct.

I.4. Perumusan Masalah

Aliran air yang terjadi dibelakang lambung kapal tidak semuanya melewati daun propeller ini menyebabkan ada energi yang terbuang.

Salah satu alternative untuk meningkatkan efisiensi propeller kapal adalah dengan memodifikasi system propulsi kapal berupa penambahan circular duct pada propeller. Dari penambahan circular duct dengan memasang circulating duct didepan propeller dengan posisi sejajar dengan poros propeller kapal nelayan tradisional menyebabkan adanya kemiringan pada posisi circulating duct sehingga aliran air kurang maksimal masuk ke circulating duct dan juga menambah besarnya tahanan yang dihasilkan sehingga kecepatan yang diharapkan tidak tercapai.

Oleh karena itu konstruksi pengikat circulating duct diubah sehingga posisi circulating duct dapat searah dengan aliran air. Yang menjadi pertanyaan adalah :

1. Apakah aliran yang terbuang dapat dimanfaatkan dengan penambahan circulating duct ?
2. Apakah dengan perubahan konstruksi pengikat circulating duct dapat meningkatkan efisiensi propeller kapal ?
3. Apakah sesuai perubahan konstruksi pengikat circulating duct dengan perubahan kecepatan dan perubahan konsumsi bahan bakar ?

I.5. Tinjauan Pustaka

Propeller merupakan salah satu item teknik dalam kapal penangkap ikan. Desain dan spesifikasi sangat berhubungan dengan efisiensi bahan bakar. Desain propeller yang buruk sangat berpengaruh kepada efisiensi bahan bakar. (Wilson, 1999)

Energi yang hilang pada saat baling-baling berputar disebabkan dua faktor dasar yaitu desain dari propeller (seberapa baik cocoknya dengan motor, gearbox, badan kapal dan aplikasi penangkapan ikan) dan kondisi lingkungan. Faktor tersebut dapat mempengaruhi operator kapal dan dihadapkan dengan bagian propeller. (Wilson, 1999)

Propeller screw dalam beberapa dekade terakhir ini masih cukup relevan digunakan sebagai salah satu alat propulsi penggerak kapal laut. Bila dibandingkan dengan alat penggerak lainnya seperti: *Paddle wheel*, *water jet*, dan

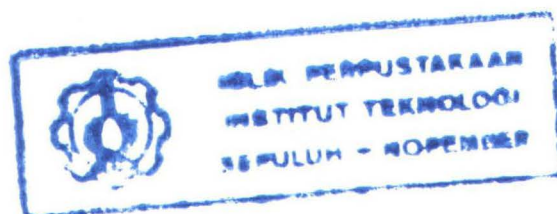
lain-lainnya propeller ini mempunyai kelebihan diantaranya relative umum, murah, dan mudah pengoperasiannya. Effisiensi propeller dalam bentuk apapun akan dapat ditingkatkan apabila besarnya energi yang terbuang dapat dikurangi. Hal ini sangat relevan untuk dipakai sebagai acuan untuk memodifikasi propeller konvensional. Pada saat kapal didorong ke air oleh propeller, sejumlah energi digunakan untuk mengatasi gelombang permukaan sepanjang kapal dan dibelakangnya. Dengan kemampuan mesin maksimum ($n = 100\%$ dan $P_b = 100\%$) pada laju kisaran nominal, kapal yang bersangkutan harus mampu berlayar dengan kecepatan yang diminta dalam kondisi angin dan laut tertentu, yang berarti bahwa kecepatan pada kondisi tersebut harus sama satu lebih besar daripada kecepatan dinas yang dikehendaki. (Harvald, 1992)

Seiring dengan perkembangan teknologi, armada perahu mengalami perubahan tenaga penggerak dari layar ke motor bakar. Namun karena system pendekatan yang kapitalistik, perubahan tenaga penggerak ini berubah menjadi sebuah tragedy, yaitu tragedy motorisasi. Tragedi ini terjadi akibat dengan adanya kredit morot, nelayan dipaksa untuk memperoleh tangkapan lebih banyak, agar dapat mengembalikan kreditnya. Namun jaminan bahwa hasil tangkapan mereka dapat dijual dengan harga yang layak tidak ada, sehingga seringkali terjadi harga ikan menjadi jatuh akibat kualitasnya yang memburuk. (Koenhardono, ES, 2001).

Sistem propulsi terdiri dari bagian pokok yaitu : penggerak utama (main engine), system transmisi (gear box) dan alat penggerak kapal (baling-baling). Pada perancangan tiga bagian sangat bergantung pada type kapal, ukuran utama, kecepatan percobaan yang direncanakan, karakteristik badan dan rencana umum

kapal. Karena itu badan kapal, mesin penggerak, system transmisi dan baling-baling harus dipandang sebagai suatu system yang memiliki kemungkinan perpaduan yang terbaik. Permasalahan klasik yang biasanya timbul dalam pembangunan kapal tradisional adalah tidak adanya intregasi antara perancangan badan kapal, motor penggerak, dan propeller. Karena itu dalam menganalisa system propulsi kapal tidak hanya dapat meninjau secara terpisah dari aspek badan kapal, baling-baling maupun penggerak utama, tetapi hubungan ketiganya secara utuh untuk mendapatkan kesesuaian (*matching point*) yang lebih optimal. Selanjutnya perubahan karakteristik dari ketiga aspek tersebut memerlukan penyesuaian kembali (*re-matching*) karena pada kenyataannya system propulsi kapal bukanlah sesuatu hasil yang bersifat deterministic yang dapat diterapkan pada seluruh kapal. (Adji, S.W & Orianto, M, 1996)

Berdasarkan contoh pendekatan sederhana berikut, tekanan pada lubang hisap akan berpengaruh pada *thrust* jika lubang hisap lebih besar daripada lubang buang (disebut *positive camber*). (Hummingbird Aerobatics Duct Myths Duct Physics.html)



I.6. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- a. Meningkatkan efisiensi system propulsi kapal perikanan di Indonesia.
- b. Memanfaatkan energi yang terbuang untuk menambah gaya dorong kapal.
- c. Mempercepat aliran yang masuk pada bagian back propeller.

I.7. Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah dapat digunakan sebagai alternatif untuk peningkatan kecepatan kapal nelayan dengan hanya menambah bentuk propulsornya.

I.8. Metodologi Tugas Akhir

Dalam menyelesaikan permasalahan yang telah diuraikan pada bab perumusan masalah digunakan metode Eksperimen. Adapun alur penyelesaiannya dapat dilihat pada diagram alir gambar 1.1.

Penjelasan detail diagram alir penyelesaian tugas akhir adalah sebagai berikut :

Pertama kali yang diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah melakukan study literature. Untuk dapat membantu penyelesaian penulisan tugas akhir ini dibutuhkan beberapa bahan referensi penunjang. Pengumpulan bahan referensi penunjang ini melalui paper, journal, buku-buku serta e-mail. Beberapa bahan referensi yang akan digunakan dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Laksono, A.W. [2005], *Kajian Teknis Penambahan Circulating Duct Pada Kapal Perikanan Tipe Outboard Di Indonesia*.
- b. Harvald Sv. Aa. [1983], *Resistance And Propulsion of Ships*, Lyngbi.
- c. Adji, S.W. [2001] *Propeller Design*, Diktat Kuliah Propulsi, Teknik Sistem Perkapalan ITS Surabaya.
- d. Oosterveld, M.W Wake Adapted Ducted Propellers, Netherlands.

- e. Sujantoko [1999], *Hand out Tahanan dan propulsi*, Program Pendidikan Tinggi Teknik FTK ITS, Surabaya.

Dari beberapa bahan referensi penunjang diatas diharapkan untuk memudahkan baik dalam pembuatan circular duct, melakukan percobaan maupun untuk memperoleh rumus-rumus yang akan digunakan dalam melakukan analisa percobaan.

Waktu yang dibutuhkan dalam melakukan study literature ini diperkirakan sekitar 4 minggu.

Setelah itu tahap berikutnya adalah pembuatan circular duct. Circular duct direncanakan dibuat sesuai dengan standart NACA. Standart NACA yang direncanakan adalah NACA 7415. Diameter circular duct yang direncanakan sebesar 30 cm. Bahan yang akan dipakai untuk pembuatan circular duct adalah menggunakan bahan alumunium.

Waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan circular duct ini diperkirakan sekitar 3 minggu.

Setelah circular duct terbuat maka mulai dilakukan percobaan. Pada percobaan di circulating tank ini dilakukan di laboratorium mesin fluida dan system. Pada percobaan ini menggunakan empat propeller yang terbuat dari aluminium, propeller yang digunakan dengan ukuran diameter 10 inchi dan 11 inchi untuk type kurus dan type gemuk. Pada percobaan di circulating duct ini dilakukan dengan pemasangan propeller original tanpa circular duct dan kemudian dengan circular duct. Percobaan di circulating tank ini pertama mengatur persentase speed daya dan kemudian mengukur kecepatan aliran air

yang berada di belakang propeller dan di depan propeller dengan menggunakan current meter. Setelah itu mengukur putaran motor dilakukan pada tiap – tiap perubahan speed daya motor penggerak dengan menggunakan tachometer.

Dari pengukuran-pengukuran tersebut diperoleh data-data sebagai berikut % daya, kecepatan aliran di belakang propeller (V_a face) dalam bentuk m/s, kecepatan aliran di depan propeller (V_a back) dalam bentuk m/s, putaran motor dalam bentuk rpm.

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan percobaan di laboratorium mesin fluida dan system ini direncanakan kurang lebih 2 minggu.

Setelah melakukan percobaan di circulating tank, percobaan berikutnya dilakukan di laut lepas (sea trail) yaitu lokasinya di Pantai Kenjeran. Pada percobaan ini juga dilakukan dengan pemasangan propeller original tanpa circular duct dan dengan circular duct yang dipasang pada selubung poros propeller pada kapal nelayan, kapal yang digunakan adalah kapal kayu. Sebelum berlayar data-data yang perlu diambil adalah panjang kapal (L_{wl}), lebar kapal (B), tinggi kapal (T) lalu spesifikasi dari motor yang digunakan. Setelah itu mulai berlayar didampingi oleh pemilik kapal, diatas kapal dimulai pengukuran-pengukuran data yaitu mencatat volume bahan bakar yang akan digunakan untuk percobaan, mengatur terlebih dahulu putaran motor, mengukur kecepatan kapal dengan menggunakan GPS, mengecek konsumsi bahan bakar yang digunakan dan mencatat waktu setiap kali menempuh jarak 0,28 nm (518,56 meter).

Dari percobaan yang dilakukan dilaut lepas (sea trail) diperoleh data-data sebagai berikut kecepatan kapal dalam bentuk knots, konsumsi bahan bakar dalam bentuk ml, putaran motor dalam bentuk rpm, waktu dalam bentuk menit, detik.

Waktu yang direncanakan untuk melakukan percobaan di Pantai Kenjeran diperkirakan kurang lebih 2 minggu.

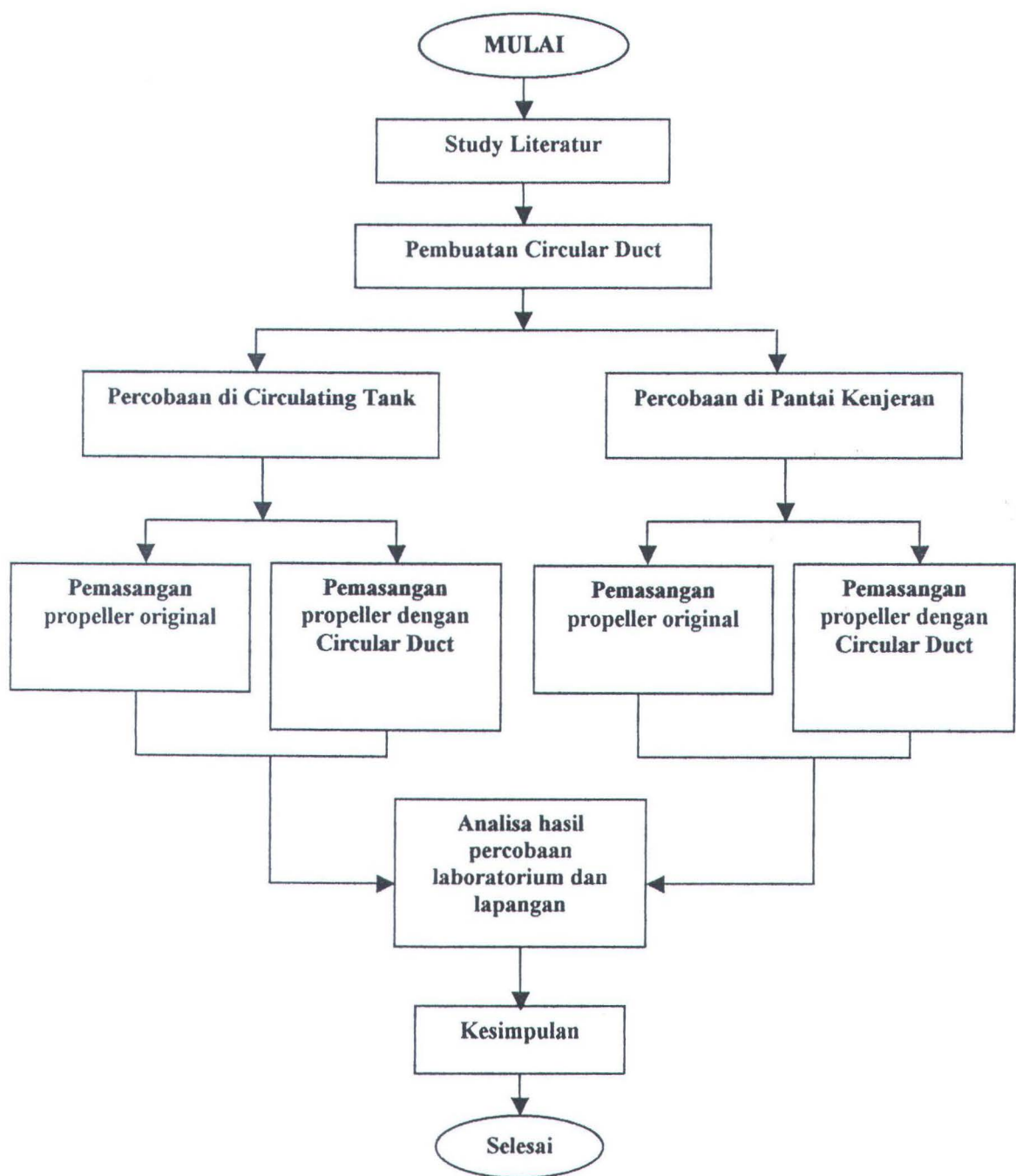
Pada analisa hasil percobaan laboratorium dan lapangan ini akan di jabarkan hasil dan analisa dari percobaan yang telah dilakukan. Data-data yang telah didapat dari hasil pengukuran baik di laboratorium maupun di lapangan akan disusun pada tabel-tabel, dari tabel-tabel tersebut akan dibuat grafik-grafik. Grafik-grafik yang akan dibuat adalah grafik rpm-kecepatan-konsumsi bahan bakar baik, grafik % daya- ΔV_a -rpm kedua grafik tersebut baik untuk pemasangan propeller original tanpa circular duct maupun dengan circular duct.

Dari grafik-grafik yang telah dibuat akan diperoleh tren kecepatan kapal ketika pemasangan circular duct dengan perubahan konstruksi apakah mengalami peningkatan atau penurunan kecepatan, konsumsi bahan bakar yang digunakan apakah lebih irit atau tambah boros.

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan analisa data dan pembahasan diperkirakan sekitar 4 minggu.

Dari analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan.

Waktu yang dibutuhkan untuk membuat kesimpulan diperkirakan kurang lebih 1 minggu.



Gambar 1.1. Diagram alir penyelesaian tugas akhir

BAB II

DASAR TEORI

II.1. Propeller

Salah satu perlengkapan penting dari main propulsion system yang umum dipakai sebuah kapal adalah propeller. Bagian dari propeller ini ada dua buah yaitu hub (boss) propeller dan daun baling – baling (blade). Penggabungan dari keduanya ini akan membentuk suatu propeller dengan diameter tertentu. Sebuah propeller memiliki dua sisi, yaitu bagian punggung (belakang) dan bagian muka (depan). Bagian muka propeller merupakan permukaan yang mempunyai tekanan tinggi, sedangkan bagian punggung propeller merupakan permukaan propeller yang mempunyai tekanan rendah. Bentuk dari bagian tekanan tinggi (muka) yang paling sederhana adalah permukaan berbentuk spiral (helicoidal surface). Permukaan ini dapat didefinisikan sebagai permukaan yang dibentuk oleh sebuah garis lurus, disebut generatriks atau garis generator (generatrix atau generator line), yang mengelilingi suatu sumbu melalui salah satu ujungnya dan sekaligus bergerak ke sepanjang sumbu tersebut.

Dalam marine propulsion system, propeller diletakkan dengan kedudukan serendah mungkin di belakang kapal. Diameter propeller maksimal harus lebih kecil dari $\frac{2}{3}$ sarat belakang kapal (buritan), hal ini berdasarkan peraturan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia), untuk kapal dengan tipe single screw (kapal dengan baling – baling tunggal).

$$D_{\text{maximal propeller}} < 0,67 T_A \dots\dots\dots (i)$$

Jarak aksial yang ditempuh oleh blade pada tiap putaran disebut pitch (P).

Jika langkah ulir tersebut tetap maka itu berarti pitch untuk semua jari-jari dalam propeller demikian itu sama. Jika garis generatornya berupa garis lurus maka distribusi langkah ulirnya akan merupakan distribusi yang linier. Jika garis generatornya berupa kurva maka propeller yang memiliki garis generator demikian itu akan mempunyai distribusi langkah ulir yang tidak linier.

Bentuk penampang daun yang tidak benar-benar merupakan penampang berbentuk spiral sehingga sisi punggung propeller bertekanan rendah. Jika suatu daun propeller dipotong dengan sejumlah silinder yang mempunyai titik pusat yang sama (konsentris) dan mempunyai sumbu yang sama dengan sumbu propeller tersebut tersebut maka akan didapat sejumlah penampang (elemen) daun tersebut. Semua penampang tersebut mempunyai bentuk yang mirip dengan penampang sayap (wing section). Pihak perancanglah yang harus menentukan bentuk terbaik yang memungkinkan. Kontur disekeliling semua penampang daun itu menyatakan luas bentangan (*expanded area*) daun propeller tersebut. Luas bentangan merupakan harga pendekatan untuk luas permukaan propeller; dengan demikian didefinisikan sama dengan luas yang dilingkupi oleh garis bentuk (outline) sebuah daun propeller kali jumlah daun propeller. Garis bentuk sebuah daun propeller digambar dengan jalan menandai pada setiap jari-jari r , panjang chord (panjang penampang daun) pada garis lurus. Tempat kedudukan titik ujung semua garis chord yang digambarkan tadi akan memberikan garis bentuk daun tersebut. Luas proyeksi (*projected area*) adalah luas yang dilingkup oleh garis

bentuk seluruh daun propeller di luar hub yang diproyeksikan sebuah bidang yang tegak lurus sumbu poros. Garis bentuk tersebut didapatkan dengan cara menggambarkan untuk setiap jari-jari, titik ekstrem penampang yang telah ditentukan dalam pandangan ke arah sumbu poros. Tempat kedudukan titik ujung dari semua garis chord yang digambarkan dengan cara tersebut merupakan garis bentuk yang diperlukan. Berikut ini akan diberikan definisi untuk luas diskus (disk area) A_o dan luas bentangan A_D .

Luas diskus adalah luas lingkaran yang dibentuk oleh kisaran ujung daun (blade tip) propeller bergaris tengah D :

$$A_o = \pi D^2/4 \dots\dots\dots (ii)$$

Luas bentang A_D adalah luas permukaan propeller. Luas ini lebih kurang sama dengan luas yang dilingkup oleh garis bentuk sebuah daun kali jumlah daun. Garis bentuk daun propeller didapatkan dengan jalan menggambar, untuk setiap jari-jari r , panjang chord sepanjang busur lingkaran yang mempunyai jari-jari r_1 yang sama dengan jari-jari kurva spiral langkah ulir (pitch helix), dan dinyatakan sebagai:

$$r_1 = \frac{r}{\cos^2 \phi} \dots\dots\dots (iii)$$

ϕ sudut langkah ulir pada jari-jari itu. Garis spiral (helical line) pada selinder tersebut diganti dengan elips dan r_1 adalah jari-jari kurva baik untuk elips maupun spiral.

Kecondongan (rake) adalah jarak pergeseran/perpindahan dari bidang propeller ke garis generator menurut arah ke sepanjang sumbu poros.

Kecondongan kebelakang merupakan kecondongan yang positif. Kecondongan pada ujung daun atau sudut cocong umumnya dipakai sebagai ukuran kecondongan. Penyerongan (skew) atau skew-back adalah perpindahan suatu penampang daun di sepanjang spiral langkah ulir diukur dari garis generator ke titik acuan penampang tersebut. Penyerongan positif adalah penyerongan yang berlawanan dengan arah gerakan maju penampang daun yang bersangkutan.

II.1.1. Efisiensi Baling - Baling

Efisiensi baling-baling dibedakan menjadi 4 macam yaitu :

- Hull efficiency (efisiensi lambung)
- Propeller efficiency
- Propulsive coefficient
- Relative Rotative Efficiency

► Hull efficiency

Pada saat baling-baling bekerja, maka baling-baling tersebut akan menghasilkan gaya dorong (Thrust) pada kecepatan aliran air yang menuju ke baling-baling (V_a). Tenaga yang dihasilkan oleh baling-baling untuk mendorong kapal pada kecepatan (V_a) disebut dengan Thrust Horse Power (THP). Sedangkan hubungan antara tahanan kapal (R) dengan kecepatan servis kapal (V_s) disebut dengan Effective Horse Power (EHP). Hubungan antara kedua daya tersebut adalah sebagai berikut :

$$THP = EHP \times \frac{(1 - w)}{(1 - t)}$$

Atau (iv)

$$EHP = THP \times \frac{(1-t)}{(1-w)}$$

Perbandingan nilai dari THP dan EHP itulah yang dinamakan dengan “Hull efficiency”, dimana besarnya hull efficiency bisa dihitung dengan rumus :

$$e_h = \frac{EHP}{THP} = \frac{(1-t)}{(1-w)} \quad \text{..... (v)}$$

Dimana : t = thrust deduction factor (fraksi deduksi gaya dorong)

w = wake fraction (fraksi arus ikut)

Biasanya harga dari hull efficiency berbeda dengan harga efficiency yang lain (yang biasanya kurang dari 1) yaitu lebih dari satu. Hal ini dikarenakan pada kapal-kapal dengan tipe biasa dan berbaling-baling tunggal (single screw), nilai t lebih dari nilai w .

► Propeller Efficiency

Kerugian energi (energy losses) yang terjadi pada baling-baling ada dua macam yaitu :

Kerugian yang diakibatkan oleh adanya gerakan dari sejumlah massa (dalam hal ini air) yang bergerak kebelakang, dimana energi sebagian dihabiskan akibat adanya gesekan dari partikel-partikel air itu sendiri.

Kerugian ini sangat perlu untuk diperhatikan karena sangat berpengaruh pada performance dari propeller (baling-baling) itu sendiri. Kerugian ini dapat diperkecil dengan menggunakan sistem gerak lambat pada massa air yang besar atau dengan kata lain dengan menggunakan baling-baling dengan diameter

sebesar mungkin dan memutarnya dengan putaran yang selambat mungkin. Jika mesin utama (main engine) kapal mempunyai putaran yang tinggi, maka diperlukan reduction gear (gearbox) untuk memperlambat putaran sehingga sama dengan putaran propeller (baling-baling) yang diinginkan. Dalam hal menentukan besarnya diameter propeller, harus memperhatikan besarnya efisiensi yang dihasilkan oleh propeller tersebut, efisiensi yang dihasilkan tidak boleh lebih dari 70%.

Kerugian yang kedua dialibatkan oleh gaya lawan atau tahanan pada daun baling-baling saat berputar dalam air. Ini dikarenakan oleh kadar viskositas air dan adanya gesekan antara air dengan daun baling-baling.

Kerugian jenis ini bisa dikurangi dengan menggunakan daun roda baling-baling yang sempit. Kesempitan dari roda daun baling-baling ini harus diatur karena jika roda daun baling-baling tersebut terlalu sempit maka akan mengakibatkan semakin besarnya gaya beban pada setiap satuan luas dari permukaan daun. Hal ini akan berdampak pada terjadinya kavitasi yang berlebihan. Jika luas permukaan daun baling-baling dipersempit, maka untuk mendapatkan luas baling-baling yang sama maka jumlah baling-baling harus ditambah. Hal ini akan sedikit mengurangi efisiensi baling-baling, tetapi akan mengurangi besarnya getara pada kapal akibat roda baling-baling (terutama pada kapal-kapal besar berbaling-baling tunggal). Pernyataan tersebut diatas didasarkan pada hasil percobaan yang dilakukan pada tangki percobaan.

Besarnya efisiensi propeller bisa dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$e_h = \frac{THP}{DHP} \dots\dots\dots (vi)$$

Dimana : e_h = efisiensi propeller

THP = Thrust Horse Power

DHP = Delivered Horse Power (tenaga yang diterima oleh baling-baling pada saat baling-baling tersebut bekerja/berputar di buritan kapal

► Propulsive Coefficient

Effective Horse Power (EHP) ada dua macam, yaitu EHP dari badan kapal tanpa adanya tonjolan-tonjolan (EHP_n), dan EHP yang sebenarnya yaitu EHP saat badan kapal ada tonjolan dan kelonggaran akibat adanya tahanan udara dan lain-lainnya. Besarnya Propulsive Coefficient dapat diketahui dengan membandingkan besarnya EHP_n dengan besarnya tenaga yang dikeluarkan oleh mesin utama (main engine) yaitu BHP (Brake Horse Power) untuk mesin diesel atau SHP (Shaft Horse Power) untuk turbin, atau dengan kata lain, besarnya propulsive coefficient dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$PC = \frac{EHP_n}{BHP} \rightarrow \text{untuk kapal dengan mesin diesel}$$

$$PC = \frac{EHP_n}{SHP} \rightarrow \text{untuk kapal dengan penggerak turbin}$$

Untuk menghitung besarnya coefficient tersebut harus dimasukkan nilai efisiensi mekanis dari motor induk atau mesin penggeraknya. Efisiensi dari mesin induk tidak akan tetap, melainkan berubah-ubah sesuai dengan pengoperasian dari mesin itu sendiri. Jika perhitungan dari efisiensi mesin induk tersebut tidak dimasukkan

kedalam perhitungan propulsive coefficient, maka propulsive coefficient dapat diganti dengan coefficient lain yang disebut dengan “Quasi Propulsive Coefficient (QPC)”.

Besarnya nilai dari QPC dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$QPC = e_p \times e_p' \text{ (open water)} \times e_{rr} \dots\dots\dots (vii)$$

Dimana : QPC = Quasi Propulsive Coefficient

e_p = efisiensi propeller

e_p' = efisiensi propeller saat open water test

e_{rr} = efisiensi relatif rotatif

► Relative Rotative Coefficient

Pada saat dilakukan percobaan pada tangki percobaan dengan model kapal yang menggunakan model baling-baling dan bergerak sesuai dengan kecepatan yang diinginkan, harga wake dan thrust deduction diikutkan dalam perhitungan, maka harga dari Propulsive Coefficient akan mempunyai nilai yang lebih besar daripada hasil perkalian antara e_p dan e_h .

Hal ini dikarenakan adanya faktor lain yang disebut dengan “Relative Rotative Coefficient (e_{rr})”. Dalam perencanaan baling-baling baru, untuk memperkirakan bagaimana hasilnya dalam percobaan, disarankan mengambil nilai $e_{rr} < 1,03$ tanpa memperhatikan adanya tonjolan yang ada (dipasang) didepan atau dibelakang baling-baling.

II.1.2. Teori Baling - Baling

Awal mula dari teori baling-baling sebenarnya sangat sederhana yaitu berdasarkan dari putaran mur pada suatu baut. Tetapi dalam hal ini diperhitungkan adanya slip karena didasarkan pada medium dari baling-baling adalah air. Berdasarkan teori tersebut, harga dari effiseinsi baling-baling adalah :

$$e_p = \frac{T.Va}{T.n.P} = 1 - Sr \dots\dots\dots (viii)$$

Dimana : T = gaya dorong

Va = kecepatan air yang melalui bidang piringan baling-baling

n = putaran baling-baling per satuan menit

P = pitch daun baling-baling

$$Sr = \frac{n.P - Va}{n.P}, \text{ merupakan harga Slip ratio.}$$

Sehingga menurut persamaan diatas, jika slip-nya nol (tidak ada slip) maka effisiensi dari propeller tersebut adalah 1 atau 100%. Tetapi karena dalam hal ini medianya adalah air, maka kemungkinan tersebut tidak akan terjadi, karena jika tidak ada slip berarti tidak ada percepatan air, dan tidak ada percepatan air berarti tidak ada gaya dorong pada kapal. Jika tidak ada gaya yang mendorong kapal, maka kapal tersebut akan diam dan tidak bergerak.

Teori tersebut dipakai untuk mendapatkan harga effisiensi yang terbaik (sempurna). Teori tersebut tidak sesuai jika digunakan untuk menerangkan fenomena dari baling-baling sebuah kapal sebagai alat propulsi untuk kapal, sehingga teori tersebut perlu dikembangkan. Teori itu akhirnya dikembangkan

lebih lanjut sehingga melahirkan dua teori baru yaitu *teori momentum* dan *teori elemen baling-baling*.

II.2. Teori Elemen Daun

Baling-baling dari kapal atau yang biasa disebut dengan propeller berbeda dengan baling-baling yang ada pada pesawat terbang, karena baling-baling dari kapal mempunyai panjang daun yang lebih besar daripada baling-baling pesawat terbang (biasanya baling-baling pesawat terbang berbentuk aerofoil). Untuk mendapatkan gaya dorong (Thrust) dan torque pada baling-baling secara keseluruhan, teori elemen mengajarkan dengan menjumlahkan gaya-gaya dan momen-momen yang bekerja pada setiap strip/radius pada setiap daun pada baling-baling tersebut.

Jika kita cermati, daun baling-baling jika dipotong secara melintang akan menyerupai sebuah aerofoil. Maka ketika daun tersebut berputar, dia akan terlihat seperti sebuah aerofoil yang bergerak di dalam air dengan kecepatan V pada posisi dimana permukaan bawahnya miring dengan sudut terhadap arah pergerakan, sudut tersebut dinamakan dengan *sudut pengaruh*.

Pada bagian punggung daun, jenis tekanan yang bekerja adalah tekanan rendah. Sedangkan pada bagian muka daun, jenis tekanan yang bekerja adalah tekanan tinggi. Sehingga bisa diasumsikan daerah punggung tekanannya negatif (suction) sedang pada daerah muka tekanannya positif. Resultan dari kedua tekanan tersebut adalah sebuah gaya (F_n) yang bekerja tegak lurus pada permukaan dan titik kerja (P). Dengan adanya gaya gesekan (F_t) yang disebabkan

oleh faktor viscositas air dan karena arah kerja dari gaya tersebut adalah tangensial terhadap permukaan, maka resultan dari kedua gaya (F_n dan F_t) tersebut adalah gaya (F).

Gaya (F) inilah yang nantinya diuraikan menjadi dua buah gaya. Yang pertama adalah gaya yang searah dengan arah gerakannya dan yang satu adalah tegak lurus dengan arah gerakannya. Kedua gaya tersebut masing-masing dinamakan gaya angkat (lift) dan gaya penahan / pengerem (drag).

Nilai dari masing-masing gaya tersebut bisa diperoleh dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$\text{Lift : } dL = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_l \cdot v^2 \cdot dA \dots\dots\dots (ix)$$

$$\text{Drag : } dD = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot v^2 \cdot dA \dots\dots\dots (x)$$

dimana C_l dan C_d adalah coefficient untuk lift dan drag. Besarnya C_l dan C_d sangat tergantung dari besarnya sudut pengaruh (α) dan juga dari besarnya ρ (densitas air). Sedangkan dA adalah luas dari strip atau permukaan dari daun.

Selanjutnya kedua gaya tersebut dapat diuraikan kearah translasi (searah dengan gerakan kapal dan tegak lurus). Gaya yang searah dengan arah maju kapal menghasilkan gaya dorong pada kapal, sedangkan yang tegak lurus menghasilkan torque. Jika daun diatas adalah potongan yang jaraknya diukur dari sumbu baling-baling, maka besarnya thrust dan torque dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$\text{Thrust} = dT = dL \cdot \cos \beta - dD \cdot \sin \beta \dots\dots\dots (xi)$$

$$\text{Torque} = dQ = (dL \cdot \sin \beta + dD \cdot \cos \beta) \cdot r \dots\dots\dots (xii)$$

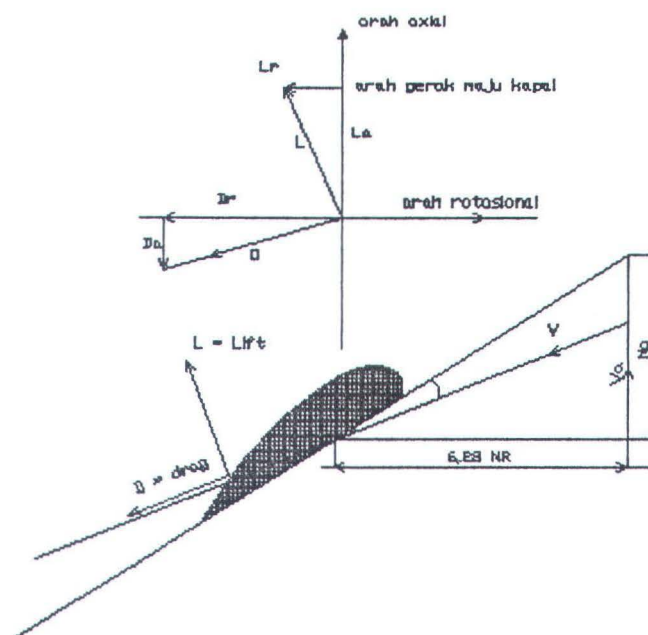
Dari kedua persamaan diatas, dapat dihitung besarnya total thrust dan total torque, yaitu :

$$T = \int_0^R dT.dr = z \int_0^R (dL.\cos \beta - dD.\sin \beta)dr \dots\dots\dots (xiii)$$

$$Q = z \int_0^R dQ.r.dr = z \int_0^R (dL.\sin \beta + dD.\cos \beta).r.dr \dots\dots\dots (xiv)$$

Dimana : z = banyaknya daun pada roda baling-baling

R = jari-jari lingkaran roda baling-baling



Gambar 2.1. Diagram kecepatan

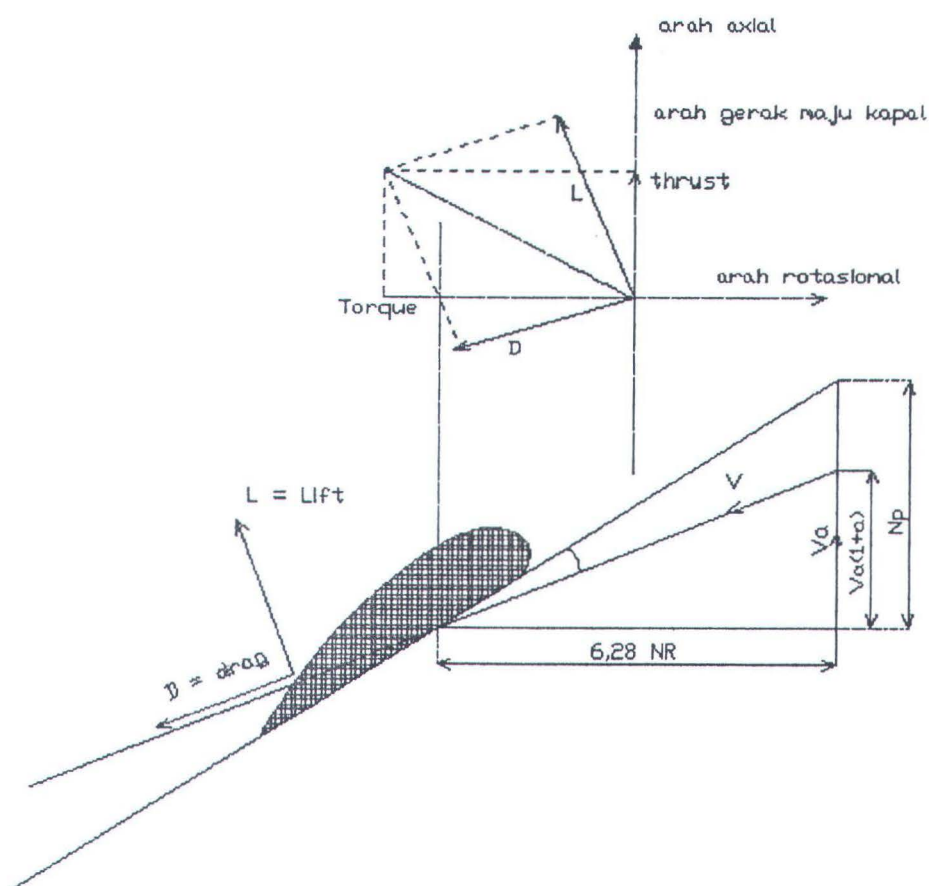
Kita mengambil contoh satu daun yang diiris pada suatu radius tertentu. Pada saat baling-baling bergerak dengan kecepatan V_a , irisan tersebut juga bergerak mengikuti alur spiral dimana kecepatan disisi muka sama dengan V_a dan

berputar dengan kecepatan lincir ($2\pi Nr$), dengan r sebagai radius irisan, dan N adalah putaran per satuan waktu. Jalan spiral tersebut dapat dilihat pada gambar diagram kecepatan diatas. Pada diagram diatas terlihat bahwa permukaan muka dari daun baling-baling tersebut adalah condong dengan sudut yang kecil terhadap arah aliran. Dengan demikian maka pada daun tersebut terjadi lift dan drag.

Dalam kenyataannya, perhitungan dari lift dan drag pada irisan daun masih tergantung pada banyak faktor. Faktor yang mempengaruhi besarnya lift dan drag tersebut antara lain adalah :

1. Percepatan air, sebagaimana yang telah diterangkan dalam teori momentum.
2. Gaya-gaya yang bekerja pada daun akan berubah dikarenakan posisi daun yang berdekatan satu dengan yang lainnya.

Dengan memperhatikan faktor-faktor diatas dan juga faktor-faktor lain yang belum disebutkan disini maka diagram kecepatan diatas harus dirubah. Perubahan diagram tersebut seperti terlihat pada gambar diagram kecepatan yang baru pada gambar 2.3.

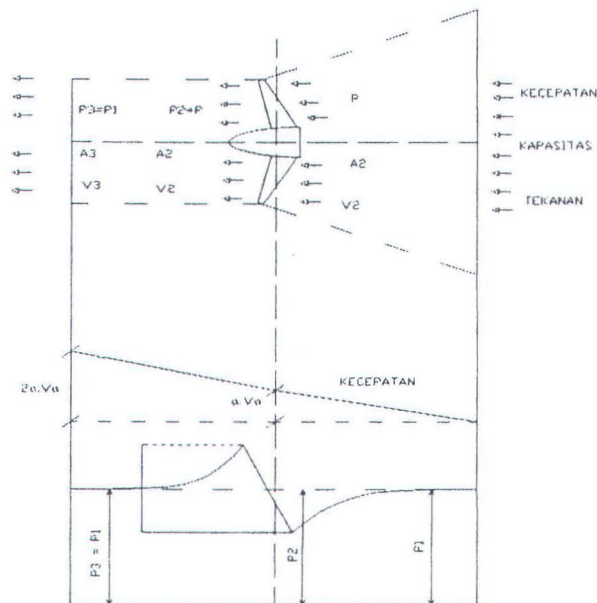


Gambar 2.2. Diagram kecepatan setelah diperbaiki

II.3. Teori Momentum

Teori momentum beranggapan bahwa baling-baling beraksi sebagai alat untuk mempercepat laju aliran air yang melewati bidang piringan baling-baling dan reaksi yang timbul akan menghasilkan gaya dorong ke depan yang nantinya akan berfungsi untuk menggerakkan kapal.

Sebenarnya, teori momentum adalah teori axial momentum yang memberikan gambaran tentang cara kerja baling-baling yaitu sebagai alat untuk mempercepat aliran air waktu air tiba ditempatnya. Prinsip kerja dari baling-baling menurut teori momentum dapat dilihat dari gambar 2.3.



Gambar 2.3. Teori Momentum

Teori momentum menjelaskan kecepatan yang diperoleh dari arus slip dalam bentuk pecahan dari kecepatan baling-baling (V_a) yaitu $2a.V_a$. Disamping itu, teori ini juga menjelaskan jika air tiba di bidang piringan baling-baling, maka kecepatan tambahan yang diperoleh sudah mencapai setengah daripada kecepatan arus slip ($a.V_a$). Jadi efisiensi dari baling-baling diperoleh dari perbandingan antara kerja yang berguna (yang dipakai untuk menggerakkan kapal) dengan kerja yang diberikan kepada baling-baling.

Kerja = gaya x jarak

Kerja yang berguna = $F \times (V_a \times t)$

Kerja yang diberikan = $F \times [(V_a + a.V_a) \times t]$

$$\text{Efisiensi} = \frac{F \times V_a \times t}{F \times V_a (1 + a) \times t} = \frac{1}{1 + a} \dots\dots\dots (\text{xv})$$

Jadi menurut teori ini, efisiensi dari baling-baling adalah $\frac{1}{1 + a}$

Kesimpulannya, menurut teori ini, efisiensi 100% tidak pernah ada karena kerugian energi pasti ada. Akan tetapi, kerugian itu bisa diperkecil dengan cara mengurangi kecepatan arus slip, hal ini berarti harus memperbesar diameter dari baling-baling dan memutar baling-baling dengan putaran selambat-lambatnya.

II.4. Ringkasan Teori Dasar Penambahan Circular Duct

Seperti yang telah, beban gaya dorong yang tinggi memberikan efisiensi yang rendah, sebaliknya jika beban gaya dorong rendah akan menghasilkan efisiensi yang tinggi. Berdasarkan pernyataan diatas maka efisiensi baling-baling dapat ditingkatkan, ini berarti peningkatan kualitas propulsif kapal dengan cara menurunkan beban gaya dorong.

Beban gaya dorong bisa di kurangi dengan cara memasang circular duct di depan baling-baling, Dengan adanya circular duct tersebut maka aliran yang melewati baling – baling akan mengalami perubahan kecepatan, baik itu percepatan maupun perlambatan. Perubahan tersebut tergantung dari bentuk circular duct itu sendiri. Percepatan aliran akan menyebabkan turunnya beban gaya dorong dan akan menyebabkan naiknya efisiensi dari baling-baling. Sedangkan perlambatan akan memberikan karakteristik kavitasi yang lebih baik .

Dari teori – teori yang terdapat diatas, kita dapat mengutip beberapa teori yang akan menjadi dasar dalam penambahan circular duct. dalam tugas akhir ini penambahan circular duct dipasang pada selubung poros di depan propeller. menurut teori – teori diatas disimpulkan dengan menambahkan circular duct di depan propeller akan dapat menambah kecepatan aliran air menuju propeller (va)

pada bagian back propeller. sehingga tekanan (δp) akan bertambah dan berpengaruh pada pertambahan gaya dorong serta pada kecepatan kapal.

Sesuai dengan persamaan bernuolli sebagai berikut⁶ :

$$P/\Gamma + V^2 + Z = \text{constant} \dots\dots\dots (xvi)$$

$$P_{\text{back}}/\Gamma + V_{\text{back}}^2/2g + Z_{\text{back}} = P_{\text{face}}/\Gamma + V_{\text{face}}^2/2g + Z_{\text{face}}$$

Dimana Z_{back} dan Z_{face} dianggap tipis = 0

Sehingga ;

$$(P_{\text{face}} - P_{\text{back}})/\gamma = (V_{\text{back}}^2 - V_{\text{face}}^2)/2g$$

$$\Delta P/\gamma = (V_{\text{back}}^2 - V_{\text{face}}^2)/2g$$

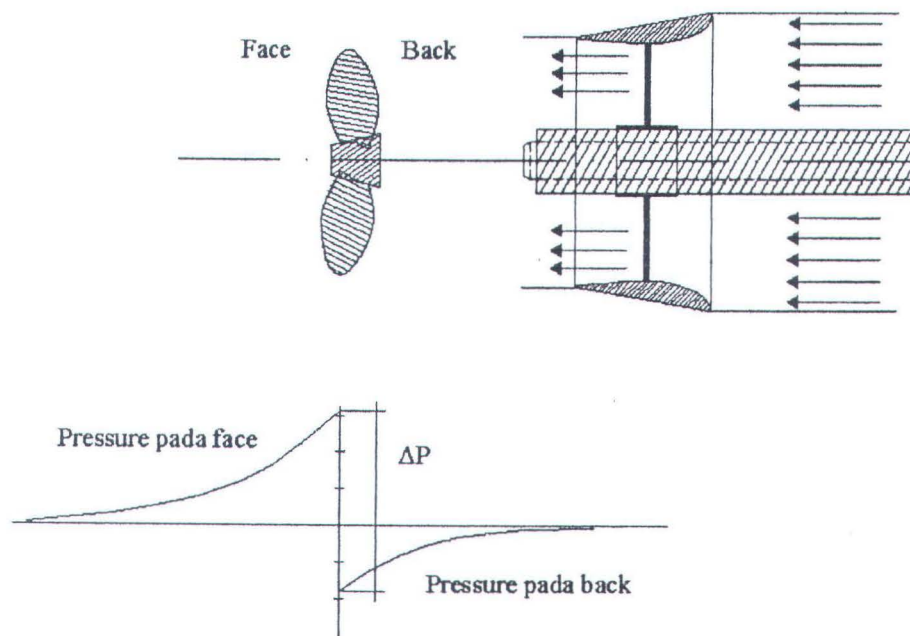
Jadi dengan penambahan circular duct akan menambah kecepatan aliran air yang melalui propeller pada bagian back dan akan menambah besarnya selisih tekanan (ΔP).

Dengan demikian maka gaya yang ditimbulkan oleh baling-baling pada fluida atau gaya reaksi (gaya dorong baling-baling T) adalah :

$$T = \Delta P . A_o \dots\dots\dots (xvii)$$

sehingga dengan bertambahnya ΔP , maka gaya dorong kapal pun akan ikut bertambah.





Gambar 2.4. Distribusi tekanan pada sisi back dan face propeller

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Umum

Dalam pengerjaan tugas akhir ini metode yang digunakan adalah Metode Eksperimen. Dalam hal ini akan dilakukan pengujian terhadap propeller dengan penambahan circulating duct dan terhadap propeller tanpa penambahan circulating duct. Percobaan dilakukan untuk pengambilan data dan dilakukan analisa terhadap data yang diperoleh.

Langkah-langkah yang dikerjakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Pertama kali yang diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah melakukan study literature. Untuk dapat membantu penyelesaian penulisan tugas akhir ini dibutuhkan beberapa bahan referensi penunjang. Pengumpulan bahan referensi penunjang ini melalui paper, journal, buku-buku serta e-mail. Beberapa bahan referensi yang akan digunakan dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- f. Laksono, A.W. [2005], *Kajian Teknis Penambahan Circulating Duct Pada Kapal Perikanan Tipe Outboard Di Indonesia*.
- g. Harvald Sv. Aa. [1983], *Resistance And Propulsion of Ships*, Lyngbi.
- h. Adji, S.W. [2001] *Propeller Design*, Diktat Kuliah Propulsi, Teknik Sistem Perkapalan ITS Surabaya.
- i. Oosterveld, M.W Wake Adapted Ducted Propellers, Netherlands.

- j. Sujantoko [1999], *Hand out Tahanan dan propulsi*, Program Pendidikan Tinggi Teknik FTK ITS, Surabaya.

Dari beberapa bahan referensi penunjang diatas diharapkan untuk memudahkan baik dalam pembuatan circular duct, melakukan percobaan maupun untuk memperoleh rumus-rumus yang akan digunakan dalam melakukan analisa percobaan.

Waktu yang dibutuhkan dalam melakukan study literature ini diperkirakan sekitar 4 minggu.

Setelah itu tahap berikutnya adalah pembuatan circular duct. Circular duct direncanakan dibuat sesuai dengan standart NACA. Standart NACA yang direncanakan adalah NACA 7415. Diameter circular duct yang direncanakan sebesar 30 cm. Bahan yang akan dipakai untuk pembuatan circular duct adalah menggunakan bahan alumunium.

Waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan circular duct ini diperkirakan sekitar 3 minggu.

Setelah circular duct terbuat maka mulai dilakukan percobaan. Pada percobaan di circulating tank ini dilakukan di laboratorium mesin fluida dan system. Pada percobaan ini menggunakan empat propeller yang terbuat dari aluminium, propeller yang digunakan dengan ukuran diameter 10 inchi dan 11 inchi untuk type kurus dan type gemuk. Pada percobaan di circulating duct ini dilakukan dengan pemasangan propeller original tanpa circular duct dan kemudian dengan circular duct. Percobaan di circulating tank ini pertama mengatur persentase speed daya dan kemudian mengukur kecepatan aliran air

yang berada di belakang propeller dan di depan propeller dengan menggunakan current meter. Setelah itu mengukur putaran motor dilakukan pada tiap – tiap perubahan speed daya motor penggerak dengan menggunakan tachometer.

Dari pengukuran-pengukuran tersebut diperoleh data-data sebagai berikut % daya, kecepatan aliran di belakang propeller (V_a face) dalam bentuk m/s, kecepatan aliran di depan propeller (V_a back) dalam bentuk m/s, putaran motor dalam bentuk rpm.

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan percobaan di laboratorium mesin fluida dan system ini direncanakan kurang lebih 2 minggu.

Setelah melakukan percobaan di circulating tank, percobaan berikutnya dilakukan di laut lepas (sea trail) yaitu lokasinya di Pantai Kenjeran. Pada percobaan ini juga dilakukan dengan pemasangan propeller original tanpa circular duct dan dengan circular duct yang dipasang pada selubung poros propeller pada kapal nelayan, kapal yang digunakan adalah kapal kayu. Sebelum berlayar data-data yang perlu diambil adalah panjang kapal (L_{wl}), lebar kapal (B), tinggi kapal (T) lalu spesifikasi dari motor yang digunakan. Setelah itu mulai berlayar didampingi oleh pemilik kapal, diatas kapal dimulai pengukuran-pengukuran data yaitu mencatat volume bahan bakar yang akan digunakan untuk percobaan, mengatur terlebih dahulu putaran motor, mengukur kecepatan kapal dengan menggunakan GPS, mengecek konsumsi bahan bakar yang digunakan dan mencatat waktu setiap kali menempuh jarak 0,28 nm (518,56 meter).

Dari percobaan yang dilakukan dilaut lepas (sea trail) diperoleh data-data sebagai berikut kecepatan kapal dalam bentuk knots, konsumsi bahan bakar dalam bentuk ml, putaran motor dalam bentuk rpm, waktu dalam bentuk menit, detik. Waktu yang direncanakan untuk melakukan percobaan di Pantai Kenjeran diperkirakan kurang lebih 2 minggu.

Pada analisa hasil percobaan laboratorium dan lapangan ini akan di jabarkan hasil dan analisa dari percobaan yang telah dilakukan. Data-data yang telah didapat dari hasil pengukuran baik di laboratorium maupun di lapangan akan disusun pada tabel-tabel, dari tabel-tabel tersebut akan dibuat grafik-grafik. Grafik-grafik yang akan dibuat adalah grafik rpm-kecepatan-konsumsi bahan bakar baik, grafik % daya- ΔV_a -rpm kedua grafik tersebut baik untuk pemasangan propeller original tanpa circular duct maupun dengan circular duct.

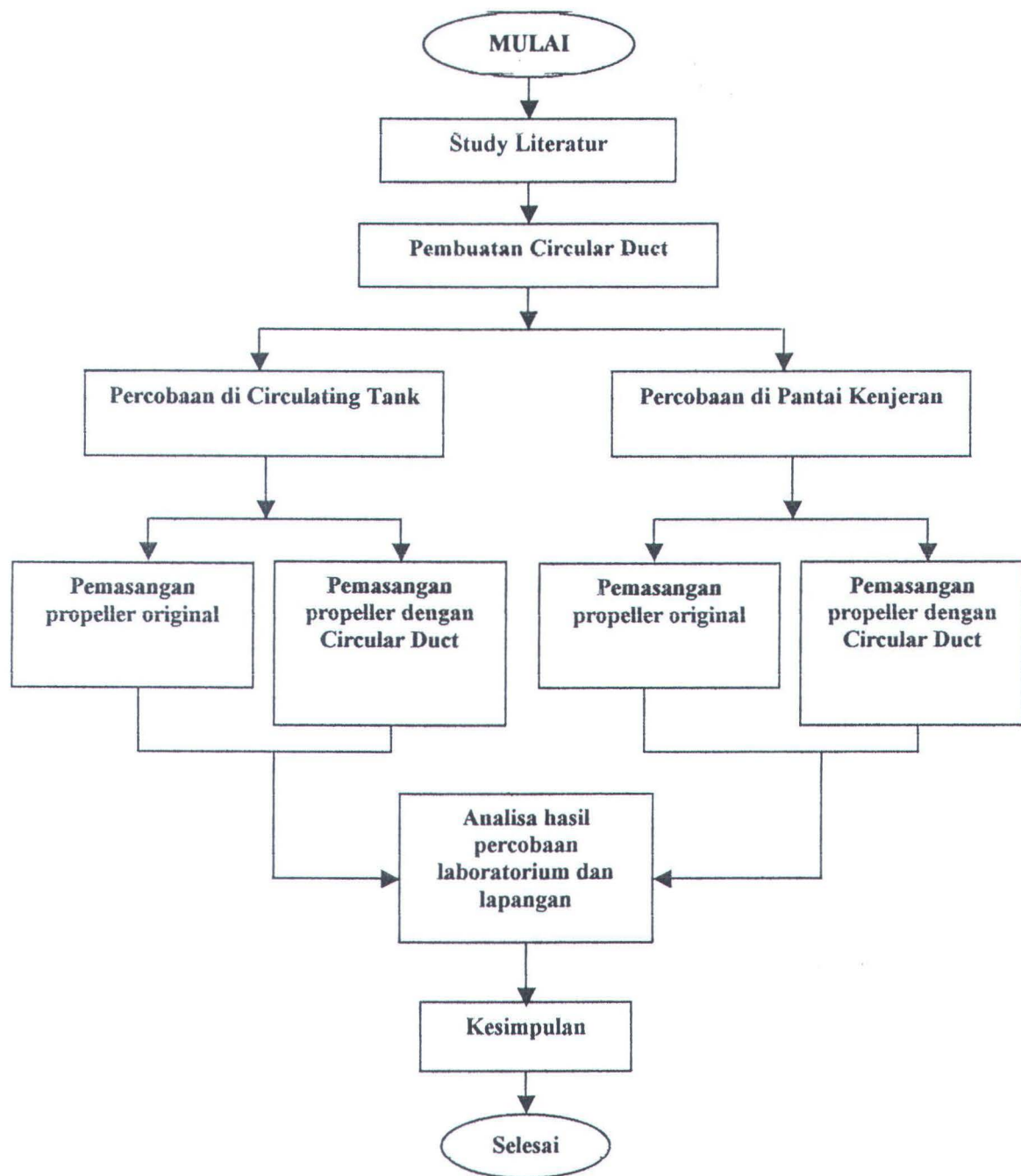
Dari grafik-grafik yang telah dibuat akan diperoleh tren kecepatan kapal ketika pemasangan circular duct dengan perubahan konstruksi apakah mengalami peningkatan atau penurunan kecepatan, konsumsi bahan bakar yang digunakan apakah lebih irit atau tambah boros.

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan analisa data dan pembahasan diperkirakan sekitar 4 minggu.

Dari analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan.

Waktu yang dibutuhkan untuk membuat kesimpulan diperkirakan kurang lebih 1 minggu.

Untuk lebih memudahkan dalam memahami metode yang akan digunakan, berikut ini diberikan diagram alir untuk penyelesaian tugas akhir.



Gambar 3. 1. Diagram alir penyelesaian tugas akhir

III.2. Percobaan di Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem

Percobaan tugas akhir ini dilakukan di lab mesin fluida dan sistem untuk menganalisa hasil penambahan circular duct pada sistem penggerak. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

III.2.1. Tahap Persiapan

Pengisian tanki percobaan dan pengecekan pada peralatan yang akan digunakan dalam percobaan, pengecekan ini diperlukan untuk mengetahui kondisi peralatan yang akan digunakan dalam percobaan. Apabila terjadi kerusakan maka dilakukan perbaikan pada alat – alat yang akan digunakan.

a. Tanki percobaan lab Mesin Fluida dan Sistem

Tanki diisi air dengan ketinggian = 26 m^3

Tinggi air di tanki = 0,83 m

Lebar Tanki = 1,2 m

b. Motor penggerak

Merek : Baldor Industrial Motor

HP : $\frac{3}{4}$

Volt : 180

Amps : 3.7

Rpm : 1750

c. Data poros

Bahan : stainless steel

Diameter : 19 mm

Panjang : 350 mm

d. Propeller

Propeller yang akan digunakan pada percobaan di laboratorium berjumlah 4 propeller dengan perincian jenis propeller yang digunakan untuk percobaan dalam tugas akhir ini terbuat dari almunium. Diameter dari propeller yang digunakan untuk percobaan ini adalah 10 inch dan 11 inchi untuk type kurus dan type gemuk.

e. Tachometer

Digunakan untuk mengukur putaran motor listrik.

f. Circular Duct

Bahan circular duct terbuat dari plat

Diameter : 300 mm

Panjang : 150mm

Tebal maksimal : 10 mm

g. Current Meter

Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran air di depan dan dibelakang propeller.

III.2.2. Tahap Percobaan

Setelah semua perlengkapan percobaan telah siap maka langkah selanjutnya melakukan percobaan. Percobaan dilakukan untuk pengambilan data kecepatan aliran fluida di depan propeller dan di belakang propeller dengan menggunakan Current meter. Percobaan ini juga untuk mengetahui data putaran motor, pengambilan data dilakukan dengan menggunakan tachometer.

Langkah – langkah percobaan di laboratorium:

1. Pemasangan propeller
2. Pemasangan circular duct
3. Percobaan dilakukan dengan mengatur speed daya dari motor penggerak sebesar 20%, 40%, 60%, 80%, 100% speed daya motor penggerak.
4. Pengukuran kecepatan aliran air yang berada di belakang propeller dan di depan propeller dengan menggunakan current meter. Pengambilan data kecepatan aliran air ini dilakukan pada tiap – tiap perubahan speed daya motor penggerak. Penempatan current meter ini berada 5 cm di belakang propeller dan 1m di depan propeller. Pada pengambilan data ini current meter di set untuk pengambilan contoh data 20 detik.
5. Pengambilan data putaran motor dilakukan pada tiap – tiap perubahan speed daya motor penggerak dengan menggunakan tachometer.
6. Percobaan dilakukan pada propeller tanpa penambahan circular duct dan propeller dengan penambahan circular duct.

III.2.3. Hasil Percobaan

Hasil pengujian pada kapal yang berupa kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar akan menjadi data untuk dilakukannya analisa dan pembahasan tugas akhir ini.

III.3. Pengujian Pada Kapal Nelayan

Pengujian yang dilakukan langsung pada kapal nelayan bertujuan untuk mengetahui berapa kecepatan kapal dengan menggunakan circular duct dan tanpa circular duct, juga untuk mengetahui konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan.

Data utama kapal

Data kapal yang dipakai untuk melakukan percobaan di pantai kenjeran adalah sebagai berikut : kapal yang digunakan adalah kapal kayu dengan ukuran :

$$L_{wl} = 7,6 m$$

$$B = 2 m$$

$$T = 0,5 m$$

$$Cb = 0,6 m$$

Data mesin yang digunakan kapal nelayan

Data engine yang dipakai kapal untuk melakukan percobaan yaitu :

Merk : Tian Li Diesel Engine

Model : R185

Berat : 70 kg

Daya max. : 10 Hp

Putaran Max : 2600 rpm

Langkah-langkah percobaan pada kapal adalah :

III.3.1. Tahap Persiapan

- a. Pemasangan propeler
- b. Periksa bahan bakar pada tabung ukur
- c. Set up GPS
- d. Periksa Rpm engine dengan tachometer

III.3.2. Tahap Percobaan

1. Pengambilan data dilakukan dengan pemasangan propeller original tanpa penambahan circular duct.
2. Percobaan dilakukan pada titik awal yang telah kita tentukan, sebelum percobaan dimulai kita catat dahulu volume bahan bakar yang akan digunakan untuk percobaan.
3. Pada titik akhir percobaan kita peroleh data berupa kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar yang digunakan.
4. Pada percobaan ini dilakukan dengan mengatur putaran mesin sebesar 700 rpm, 600 rpm, 500 rpm, 400 rpm.
5. Dengan propeler dan putaran (Rpm) yang sama kita lakukan uji coba dari titik finish menuju titik start dan kita cek penggunaan bahan bakar dan kecepatan kapal.
6. Pengambilan data dilakukan pada propeller original dengan penambahan adjustable circular duct.
7. Pemasangan pengikat adjustable circular duct pada selubung poros propeller.

8. Percobaan dilakukan pada titik awal yang telah kita tentukan, sebelum percobaan dimulai kita catat dahulu volume bahan bakar yang akan digunakan untuk percobaan.
9. Pada titik akhir percobaan kita peroleh data berupa kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar yang digunakan.
10. Pada percobaan ini dilakukan dengan mengatur putaran mesin sebesar 700 rpm, 600 rpm, 500 rpm, 400 rpm.
11. Dengan propeller dan putaran (Rpm) yang sama kita lakukan uji coba dari titik finish menuju titik start dan kita cek penggunaan bahan bakar dan kecepatan kapal.

III.3.3. Hasil pengujian

Hasil pengujian pada kapal yang berupa kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar akan menjadi data untuk dilakukannya analisa dan pembahasan tugas akhir ini.

BAB IV

DESAIN CIRCULARING DUCT

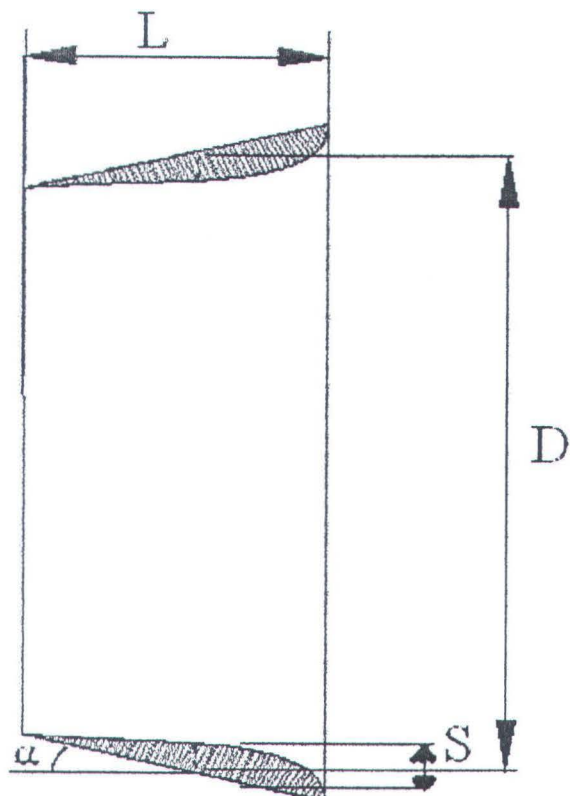
IV.1. Desain Circulating Duct

Desain circulating duct dalam percobaan ini dipasang pada kapal nelayan untuk tipe outboard engine. Diameter dari circular duct ini disesuaikan dengan diameter propeller yang biasa digunakan oleh nelayan yaitu propeller dengan diameter 10 inchi dan 11 inchi. Adapun propeller yang dipilih ada dua jenis propeller untuk tiap – tiap diameter propeller yang berbeda yaitu :

- Propeller 3 daun yang berdiameter 10 inchi dengan daun gemuk dan berat 0,23 kg dan propeller 3 daun yang berdiameter 10 inchi dengan daun kurus dan berat 0,20 kg.
- Propeller 3 daun yang berdiameter 11 inchi dengan daun gemuk dan berat 0,25 kg dan propeller 3 daun yang berdiameter 11 inchi dengan daun kurus dan berat 0,23 kg.
- Propeller-propeller yang digunakan baik yang berdiameter 10 inchi dan 11 inchi diproduksi oleh KTM dengan material aluminium.

Bahan yang dipakai untuk pembuatan circulating duct ini adalah bahan Alumunium. Dimensi dari circulating duct yang direncanakan dalam percobaan ini adalah

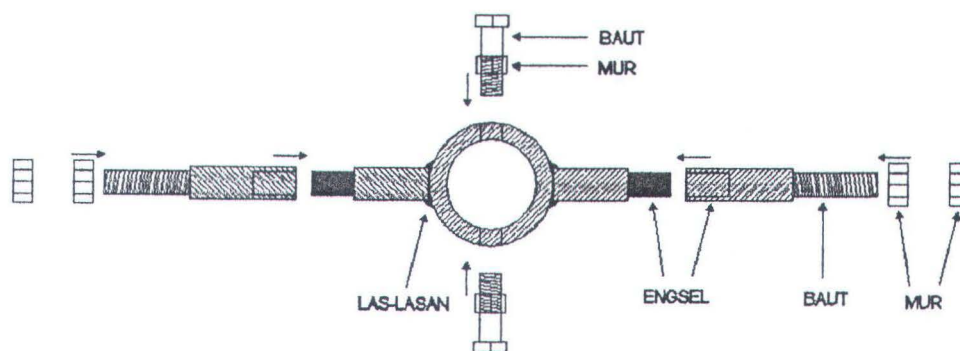
Panjang (L) : 15 cm
Diameter (D) : 30 cm
Sudut kemiringan foil (α) : 10.2
Tebal maksimum (S) : 1 cm
Foil : NACA 7415



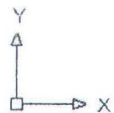
Gambar 4.1. Dimensi circulating duct

Circulating duct dipasang pada kapal nelayan dengan pengikatan pada selubung poros propeller, posisi dari circulating duct akan dibuat searah dengan arah aliran air. Circulating duct dipasang dengan jarak sekitar 20 cm di depan propeller. Pengikat ini dibuat dengan bahan dari besi yang dibentuk menyerupai foil supaya tahanan yang dihasilkan kecil.

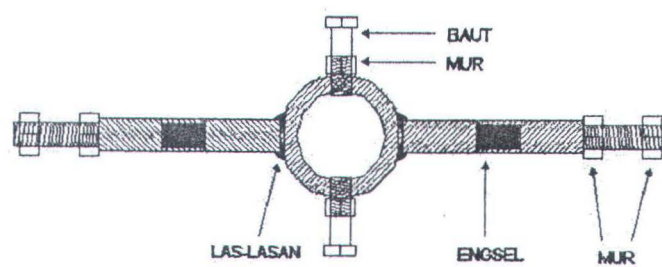
IV.1. Desain Pengikat Circulating Duct



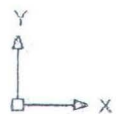
DESAIN PENGIKAT CIRCULATING DUCT DALAM KEADAAN TERPISAH



Gambar 4.2. Desain pengikat circulating duct dalam keadaan terpisah

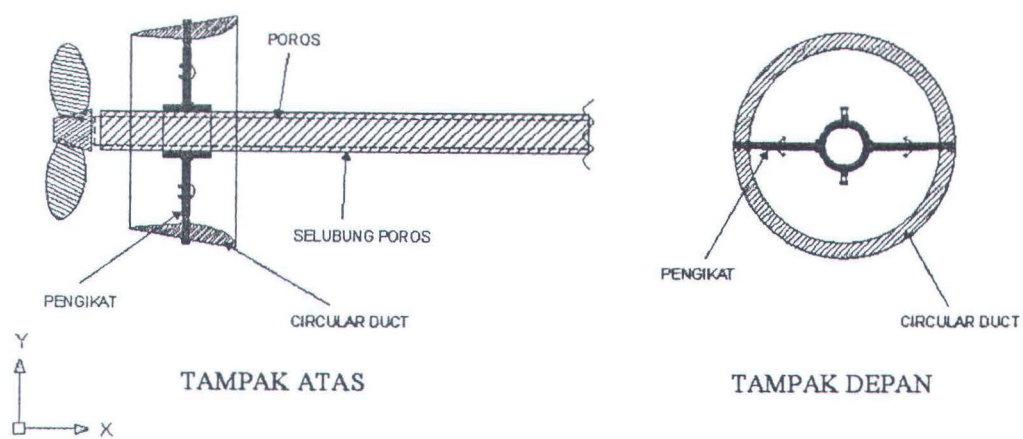


DESAIN PENGIKAT CIRCULATING DUCT DALAM KEADAAN TERPASANG



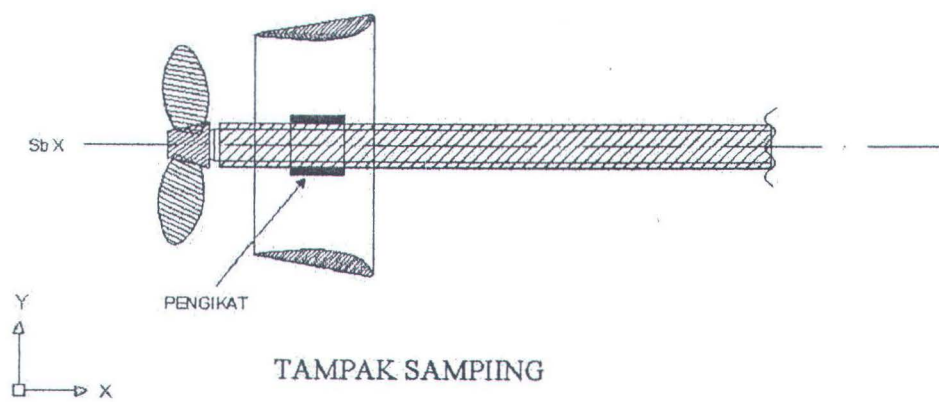
Gambar 4.3. Desain pengikat circulating duct dalam keadaan terpasang

DESAIN PEMASANGAN ADJUSTABLE CIRCULATING DUCT



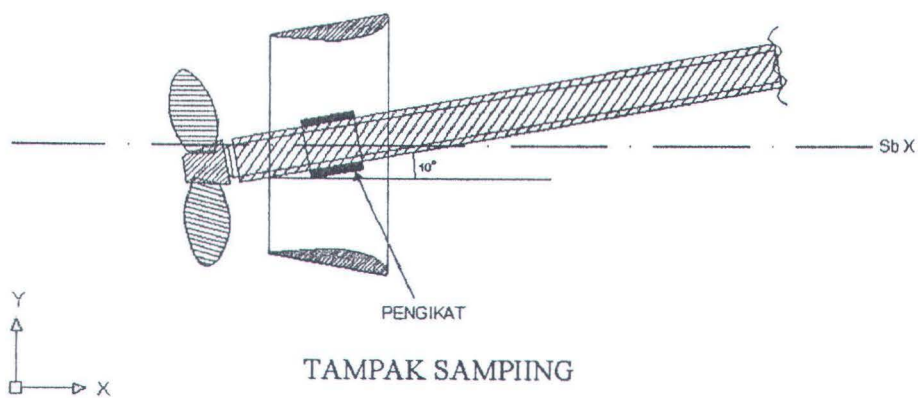
Gambar 4.4. Desain pemasangan adjustable circulating duct

POSISI 1. CIRCULATING DUCT SEARAH POROS PROPELLER



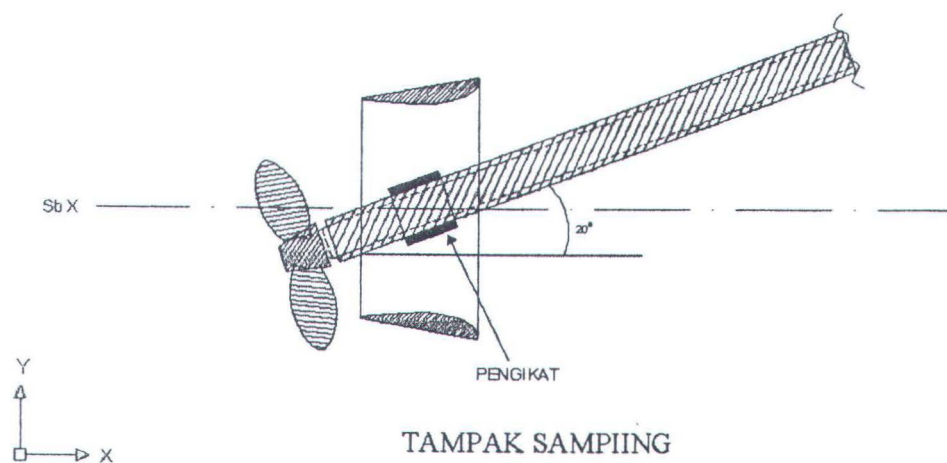
Gambar 4.5. Posisi 1 adjustable circulating duct terpasang searah poros propeller

POSISI 2. CIRCULATING DUCT MEMBENTUK SUDUT 10 DERAJAT TERHADAP POROS PROPELLER



Gambar 4.6. Posisi 2 adjustable circulating duct terpasang membentuk sudut 10°

POSISI 3. CIRCULATING DUCT MEMBENTUK SUDUT 20 DERAJAT
TERHADAP POROS PROPELLER



Gambar 4.7. Posisi 2 adjustable circulating duct terpasang membentuk sudut 20°

BAB V

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab analisa data dan pembahasan ini akan dijabarkan hasil dan analisa dari percobaan yang telah dilakukan. Analisa data diawali dengan menunjukan data-data hasil percobaan yang telah dilakukan, dari data-data yang telah didapatkan dilakukan perhitungan dan kemudian dituangkan dalam grafik-grafik yang menjadi dasar pembahasan yang akan dilakukan.

V.1. Percobaan di Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem

Data-data yang didapatkan pada percobaan di laboratorium mesin fluida dan system adalah Speed dalam %, putaran motor dalam rpm dan speed of advanced (V_a) yaitu kecepatan aliran air yang menuju ke baling-baling dalam m/s. Untuk nilai V_a diambil dari depan propeller (V_a back) dan belakang propeller (V_a face) sehingga dengan pengurangan antara V_a face dengan V_a back akan didapat nilai V_a nya. Dari data-data yang didapat dibuat grafik antara % daya- V_a -putaran. Berikut ini tabel-tabel yang memuat data-data dari percobaan dan juga grafik-grafiknya.

V.1.1. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun kurus 10/11

Tabel 5.1 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 10/11

No.	% Speed	Putaran (Rpm)	Va back (m/s)	Va face (m/s)	Va (m/s)
1	20	480	0,133	1,852	1,719
2	40	500	0,141	1,883	1,742
3	60	510	0,155	1,911	1,756
4	80	510	0,168	2,192	2,024
5	100	510	0,16	2,172	2,012

Tabel 5.2 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 10/11 dengan penambahan circulating duct

No.	% Speed	Putaran (Rpm)	Va back (m/s)	Va face (m/s)	Va (m/s)
1	20	450	0,179	1,946	1,767
2	40	640	0,248	2,048	1,8
3	60	640	0,25	2,158	1,908
4	80	650	0,321	2,634	2,313
5	100	650	0,295	2,621	2,326

Rumus untuk mencari nilai Va :

$$Va = Va \text{ face} - Va \text{ back}$$

Dimana : Va face = Kecepatan aliran air di belakang propeller (m/s)

Va back = Kecepatan aliran air di depan propeller (m/s)

Tabel 5.3 : Prosentase perubahan V_a pada propeller orisinal kurus 10/11

No.	% Speed	V_{a_0} (m/s)	V_{a_c} (m/s)	Perubahan V_a (%)
1	20	1,719	1,767	2,792
2	40	1,742	1,8	3,330
3	60	1,756	1,908	8,656
4	80	2,024	2,313	14,279
5	100	2,012	2,326	15,606

Untuk prosentase kenaikan / penurunannya dapat diperoleh dari :

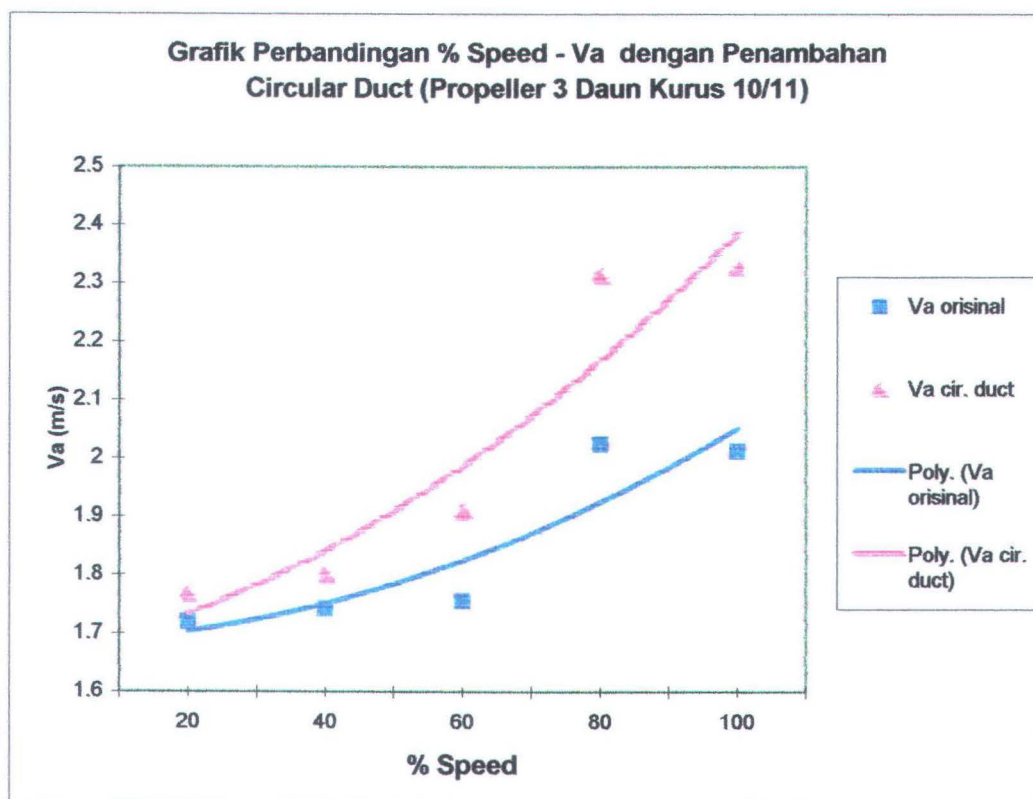
$$\% V_a = [(V_{a_c} - V_{a_0}) / V_{a_0}] \times 100\%$$

Dimana : V_{a_0} = Speed of advanced propeller orisinal

V_{a_c} = Speed of advanced dengan penambahan circulating duct

Dari data-data dalam tabel 5.1 dan 5.2 dibuat grafik antara % Speed - V_a .

Untuk lebih jelasnya perbedaan antara propeller orisinal tanpa circulating duct dengan penambahan circulating duct dapat dilihat dari grafik perbandingan antara penggunaan propeller orisinal tanpa circulating duct (tabel 5.1) dengan penambahan circulating duct (tabel 5.2) sebagai berikut :



Grafik 5.1. : % Speed - V_a - untuk propeller jenis 3 daun krus 10/11

Dari grafik 5.1 dapat dilihat bahwa dengan penambahan circulating duct pada propeller orisinal jenis 3 daun krus 10/11 terjadi peningkatan dalam V_a . Untuk penggunaan propeller orisinal jenis 3 daun krus 10/11 dengan penambahan circulating duct menghasilkan V_a (kecepatan aliran air yang menuju ke propeller) yang lebih cepat daripada tanpa penambahan circulating duct. Pada kecepatan 20 % motor untuk propeller dengan penambahan circulating duct mengalami peningkatan V_a sebesar 2,792 % dari V_a propeller orisinal tanpa circulating duct. Pada kecepatan 100 % motor untuk propeller dengan penambahan circulating duct mengalami peningkatan V_a sebesar 15,606 % dari V_a propeller orisinal tanpa penambahan circulating duct. Dan pada grafik tersebut

juga bisa dilihat bahwa pada penggunaan propeller orisinal tanpa adjustable circulating duct ataupun dengan penambahan circulating duct, hubungan kecepatan aliran air yang menuju propeller (V_a) dengan % Speed adalah berbanding lurus. Pada saat % speed motor dinaikkan maka V_a akan naik.

V.1.2. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11

Tabel 5.4 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 10/11

No.	% Speed	Putaran (Rpm)	V_a back (m/s)	V_a face (m/s)	V_a (m/s)
1	20	420	0,14	1,93	1,79
2	40	430	0,138	1,941	1,803
3	60	440	0,14	1,944	1,804
4	80	450	0,14	1,946	1,806
5	100	450	0,137	1,946	1,809

Tabel 5.5 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 10/11 dengan penambahan circulating duct

No.	% Speed	Putaran (Rpm)	V_a back (m/s)	V_a face (m/s)	V_a (m/s)
1	20	430	0,079	1,926	1,847
2	40	590	0,223	2,584	2,361
3	60	600	0,253	2,546	2,293
4	80	600	0,256	2,577	2,321
5	100	600	0,265	2,566	2,301

Rumus untuk mencari nilai V_a :

$$V_a = V_{a \text{ face}} - V_{a \text{ back}}$$

Dimana : $V_{a \text{ face}}$ = Kecepatan aliran di belakang propeller (m/s)

$V_{a \text{ back}}$ = Kecepatan aliran di depan propeller (m/s)

Tabel 5.6 : Prosentase perubahan V_a pada propeller orisinal gemuk 10/11

No.	% Speed	V_{a_o} (m/s)	V_{a_c} (m/s)	Perubahan V_a (%)
1	20	1,79	1,847	3,184
2	40	1,803	2,361	30,948
3	60	1,804	2,293	27,106
4	80	1,806	2,321	28,516
5	100	1,809	2,301	27,197

Untuk prosentase kenaikan / penurunannya dapat diperoleh dari :

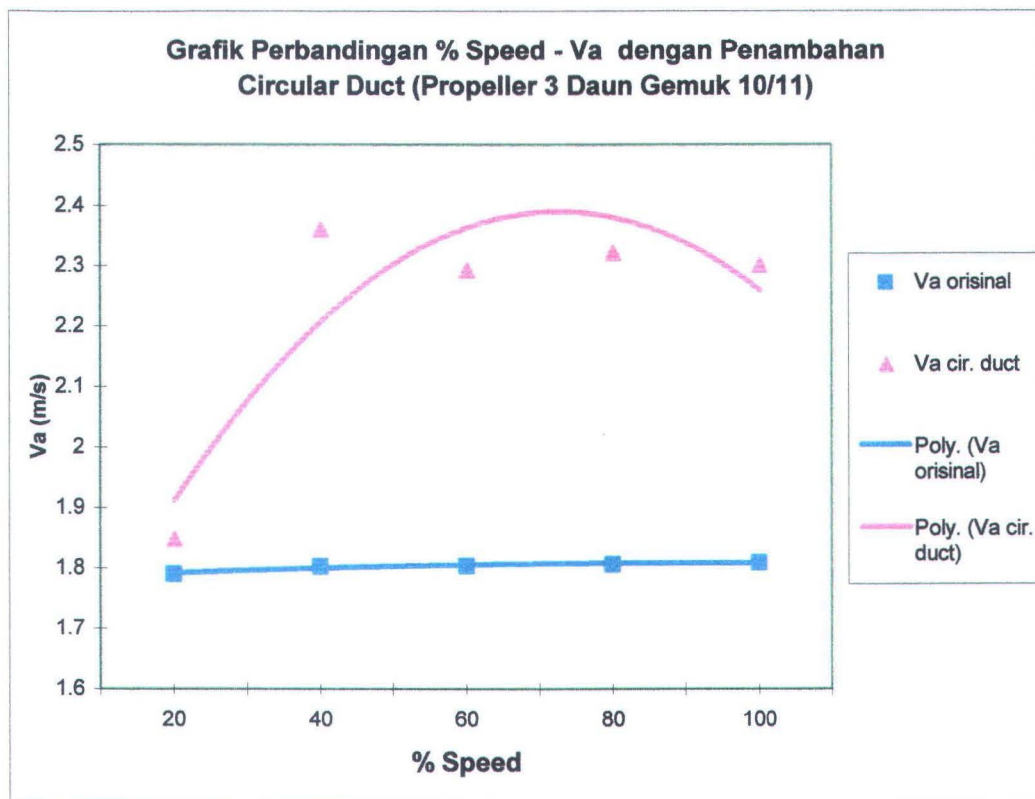
$$\% V_a = [(V_{a_c} - V_{a_o}) / V_{a_o}] \times 100\%$$

Dimana : V_{a_o} = Speed of advanced propeller orisinal

V_{a_c} = Speed of advanced dengan penambahan circulating duct

Dari data-data dalam tabel 5.4 dan 5.5 dibuat grafik antara % Speed - V_a .

Untuk lebih jelasnya perbedaan antara propeller orisinal tanpa circulating duct dengan penambahan circulating dapat dilihat dari grafik perbandingan antara penggunaan propeller orisinal tanpa circulating duct (tabel 5.4) dengan penambahan circulating duct (tabel 5.5) sebagai berikut :



Grafik 5.2. : % Speed – V_a untuk propeller jenis 3 daun gemuk 10/11

Dari grafik 5.2 dapat dilihat bahwa dengan penambahan circulating duct pada propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11 terjadi peningkatan dalam V_a . Untuk penggunaan propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11 dengan penambahan circulating duct menghasilkan V_a yang lebih cepat daripada tanpa penambahan circulating duct. Pada kecepatan 20 % motor untuk propeller dengan penambahan circulating duct mengalami peningkatan V_a sebesar 3,184 % dari V_a propeller orisinal tanpa circulating duct. Pada kecepatan 100 % motor untuk propeller dengan penambahan circulating duct mengalami peningkatan V_a sebesar 27,197 % dari V_a propeller orisinal tanpa penambahan circulating duct. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada penggunaan propeller orisinal tanpa circulating duct ataupun dengan penambahan adjustable circulating

duct, hubungan kecepatan aliran air yang menuju propeller (V_a) dengan % Speed adalah berbanding lurus. Pada saat % Speed motor dinaikkan maka V_a akan naik.

V.1.3. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12

Tabel 5.7 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 11/12

No.	% Speed	Putaran (Rpm)	Va back (m/s)	Va face (m/s)	Va (m/s)
1	20	455	0,116	1,578	1,462
2	40	480	0,134	1,668	1,534
3	60	490	0,126	1,72	1,594
4	80	490	0,129	1,723	1,594
5	100	490	0,129	1,723	1,594

Tabel 5.8 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 11/12 dengan penambahan circulating duct

No.	% Speed	Putaran (Rpm)	Va back (m/s)	Va face (m/s)	Va (m/s)
1	20	450	0,14	1,631	1,491
2	40	560	0,196	2,416	2,22
3	60	560	0,231	2,329	2,098
4	80	560	0,242	2,324	2,082
5	100	560	0,246	2,309	2,063

Rumus untuk mencari nilai V_a :

$$V_a = V_a \text{ face} - V_a \text{ back}$$

Dimana : $V_a \text{ face}$ = Kecepatan aliran di belakang propeller (m/s)

$$V_a \text{ back} = \text{Kecepatan aliran di depan propeller (m/s)}$$



Tabel 5.9 : Prosentase perubahan Va pada propeller orisinal kurus 11/12

No.	% Speed	Va _o (m/s)	Va _c (m/s)	Perubahan Va (%)
1	20	1,462	1,491	1,984
2	40	1,534	2,22	44,720
3	60	1,594	2,098	31,619
4	80	1,594	2,082	30,615
5	100	1,594	2,063	29,423

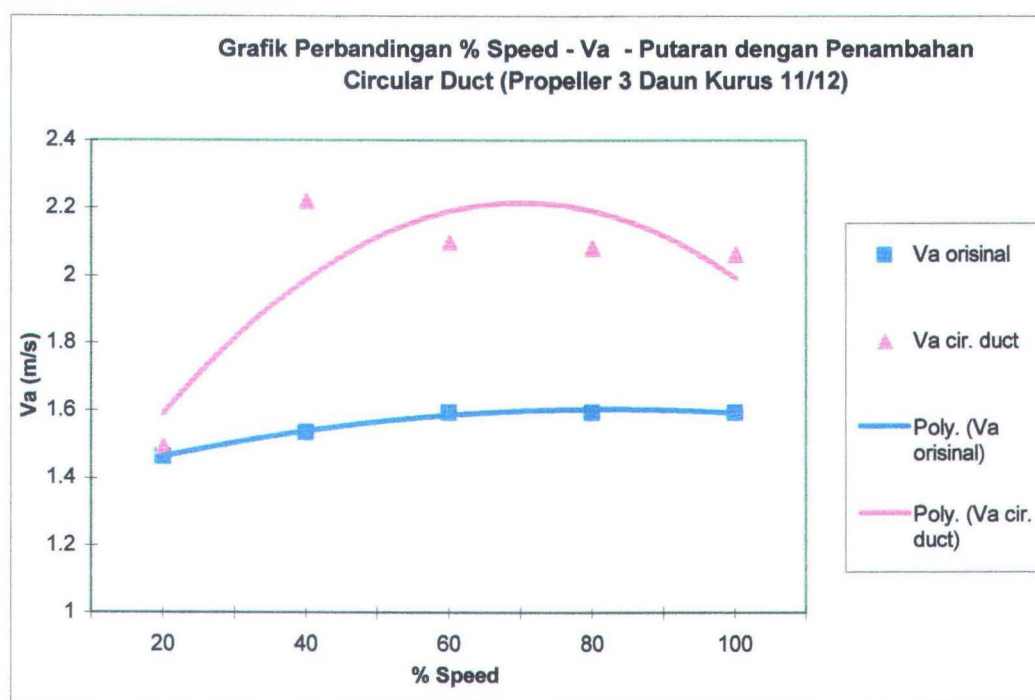
Untuk prosentase kenaikan / penurunannya dapat diperoleh dari :

$$\% Va = [(Va_c - Va_o)/Va_o] \times 100\%$$

Dimana : Va_o = Speed of advanced propeller orisinal

Va_c = Speed of advanced dengan penambahan circulating duct

Dari data-data dalam tabel 5.7 dan 5.8 dibuat grafik antara % Speed - Va. Untuk lebih jelasnya perbedaan antara propeller orisinal tanpa circulating duct dengan penambahan circulating dapat dilihat dari grafik perbandingan antara penggunaan propeller orisinal tanpa circulating duct (tabel 5.7) dengan penambahan circulating duct (tabel 5.8) sebagai berikut :



■ Grafik 5.3. : % daya - V_a untuk propeller jenis 3 daun kurus 11/12

Dari grafik 5.3 dapat dilihat bahwa dengan penambahan adjustable circulating duct pada propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12 terjadi peningkatan dalam V_a . Untuk penggunaan propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12 dengan penambahan circulating duct menghasilkan V_a yang lebih cepat daripada tanpa penambahan circulating duct. Pada kecepatan 20 % motor untuk propeller dengan penambahan circulating duct mengalami peningkatan V_a sebesar 1,984 % dari V_a propeller orisinal tanpa circulating duct. Pada kecepatan 100 % motor untuk propeller dengan penambahan circulating duct mengalami peningkatan V_a sebesar 29,423 % dari V_a propeller orisinal tanpa penambahan circulating duct. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada penggunaan propeller orisinal tanpa circulating duct ataupun dengan penambahan circulating duct, hubungan kecepatan aliran air yang menuju propeller (V_a)

dengan % Speed adalah berbanding lurus. Pada saat % Speed motor dinaikkan maka V_a akan naik.

V.1.4. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12

Tabel 5.10 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 11/12

No.	% Speed	Putaran (Rpm)	V_a back (m/s)	V_a face (m/s)	V_a (m/s)
1	20	350	0,121	1,436	1,315
2	40	360	0,134	1,668	1,534
3	60	370	0,126	1,72	1,594
4	80	370	0,129	1,723	1,594
5	100	370	0,129	1,723	1,594

Tabel 5.11 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 11/12 dengan penambahan circulating duct

No.	% Speed	Putaran (Rpm)	V_a back (m/s)	V_a face (m/s)	V_a (m/s)
1	20	450	0,166	1,839	1,673
2	40	470	0,231	1,991	1,76
3	60	480	0,234	2,188	1,954
4	80	480	0,242	2,199	1,957
5	100	480	0,219	2,219	2

Rumus untuk mencari nilai V_a :

$$V_a = V_a \text{ face} - V_a \text{ back}$$

Dimana : V_a face = Kecepatan aliran di belakang propeller (m/s)

V_a back = Kecepatan aliran di depan propeller (m/s)

Tabel 5.12 : Prosentase perubahan V_a pada propeller orisinal gemuk 11/12

No.	% Speed	V_{a_0} (m/s)	V_{a_c} (m/s)	Perubahan V_a (%)
1	20	1,315	1,673	27,224
2	40	1,534	1,76	14,733
3	60	1,594	1,954	22,585
4	80	1,594	1,957	22,773
5	100	1,594	2	25,471

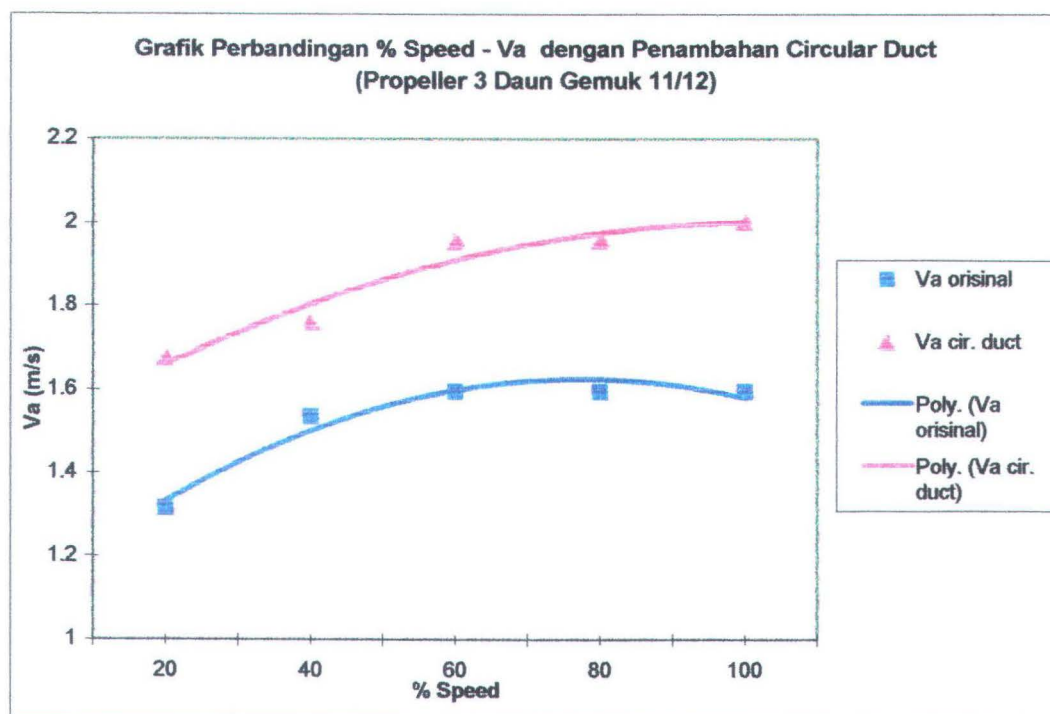
Untuk prosentase kenaikan / penurunannya dapat diperoleh dari :

$$\% V_a = [(V_{a_c} - V_{a_0}) / V_{a_0}] \times 100\%$$

Dimana : V_{a_0} = Speed of advanced propeller orisinal

V_{a_c} = Speed of advanced dengan penambahan circulating duct

Dari data-data dalam tabel 5.10 dan 5.11 dibuat grafik antara % Speed – V_a . Untuk lebih jelasnya perbedaan antara propeller orisinal tanpa circulating duct dengan penambahan circulating dapat dilihat dari grafik perbandingan antara penggunaan propeller orisinal tanpa circulating duct (tabel 5.10) dengan penambahan circulating duct (tabel 5.11) sebagai berikut :



Grafik 5.4. : V_a - % Daya – Putaran untuk propeller jenis 3 daun gemuk 11/12

Dari grafik 5.4 dapat dilihat bahwa dengan penambahan circulating duct pada propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12 terjadi peningkatan dalam V_a . Untuk penggunaan propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12 dengan penambahan circulating duct menghasilkan V_a yang lebih cepat daripada tanpa penambahan circulating duct. Pada kecepatan 20 % motor untuk propeller dengan penambahan circulating duct mengalami peningkatan V_a sebesar 27,224 % dari V_a propeller orisinal tanpa circulating duct. Pada kecepatan 100 % motor untuk propeller dengan penambahan circulating duct mengalami peningkatan V_a sebesar 25,471 % dari V_a propeller orisinal tanpa penambahan circulating duct. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada penggunaan propeller orisinal tanpa circulating duct ataupun dengan penambahan circulating duct,

hubungan kecepatan aliran air yang menuju propeller (V_a) dengan % Speed adalah berbanding lurus. Pada saat % Speed motor dinaikkan maka V_a akan naik.

Dari hasil analisa data percobaan yang dilakukan di Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem dapat dilihat bahwa dengan penambahan circulating duct pada system propulsi yang menggunakan propeller orisinal yang dipasang inlet sejajar aliran air dapat meningkatkan kecepatan aliran air yang menuju propeller sehingga dapat meningkatkan gaya dorong (Lift) yang dihasilkan pada bagian back propeller.

V.2. Percobaan di Lapangan pada Kapal Nelayan

Percobaan di lapangan dilakukan di kapal nelayan dengan menyewa kapal nelayan di wilayah kenjeran Surabaya. Data-data yang diperoleh dari percobaan ini adalah kecepatan kapal dalam knots, bahan bakar dalam mililiter (ml), untuk bahan bakar data yang diambil adalah untuk sekali perjalanan dengan jarak tempuh, dan waktu yang dibutuhkan untuk menempuh sekali trip pelayaran, dalam menit, waktu. Disini jarak tempuh yang diambil untuk sekali trip pelayaran adalah 0,28 nm (nautical mile), dimana $1 \text{ nm} = 1,852 \text{ km}$, sehingga sama dengan 518,56 meter. Data-data yang diperoleh dari percobaan dapat dilihat pada tabel-tabel yang ada.

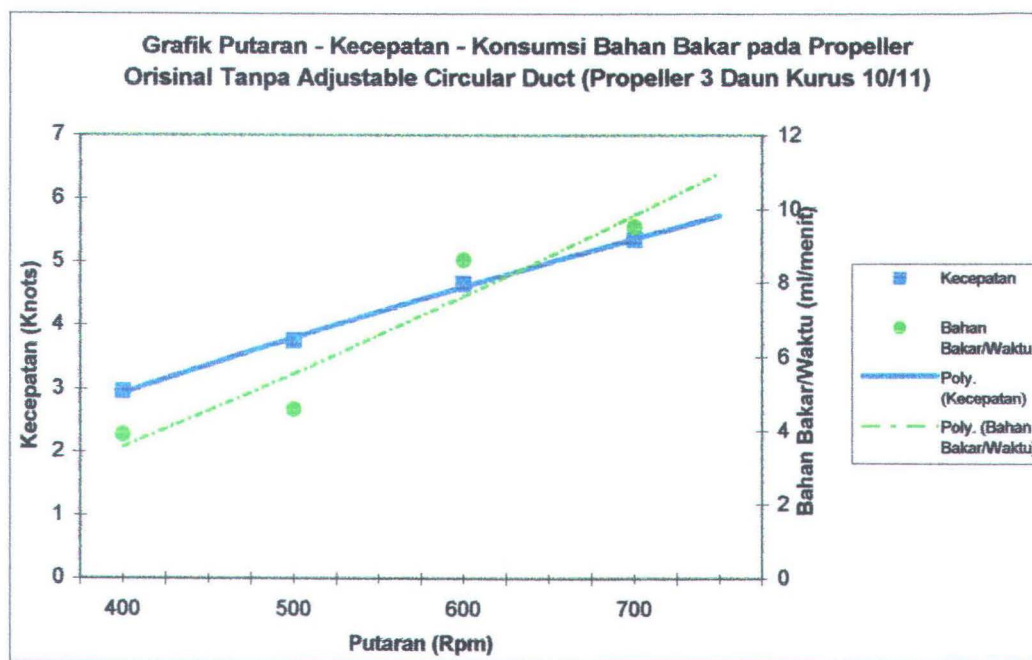
V.2.1. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun kurus 10/11

Tabel 5.13 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 10/11

Putaran (Rpm)	Trip	Kecepatan (knots)		Konsumsi Bahan Bakar (ml)		Waktu (menit,detik)		Bahan Bakar/Waktu
			rata-rata		rata-rata		rata-rata	
400	i	2,9	2,95	20	20	5,24	5,15	3,883
	ii	3		20		5,06		
500	i	3,6	3,75	20	20	4,45	4,385	4,561
	ii	3,9		20		4,32		
600	i	4,5	4,65	30	30	3,54	3,48	8,621
	ii	4,8		30		3,42		
700	i	5,2	5,35	30	30	3,25	3,155	9,509
	ii	5,5		30		3,06		

(i = percobaan pertama, ii = percobaan kedua)

Dari tabel 5.13. data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara kecepatan service kapal, bahan bakar yang dikonsumsi selama pengambilan data dan terhadap putaran mesin.



Grafik 5.5. : Kecepatan - Putaran - Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun kurus 10/11

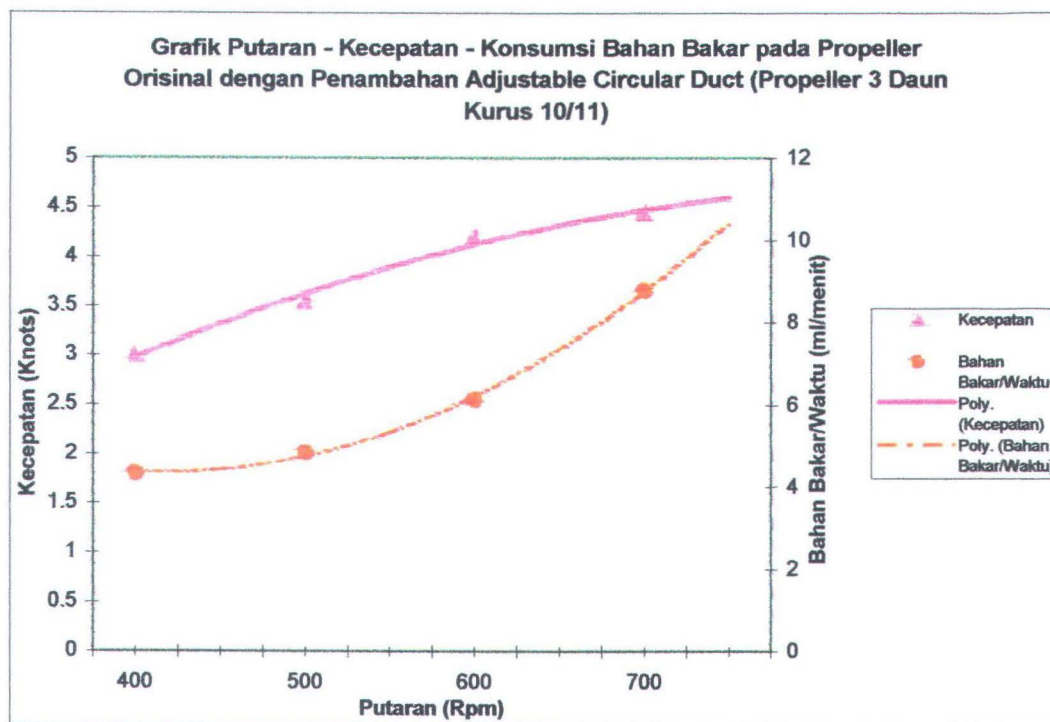
Dari grafik 5.5 diatas dapat dilihat bahwa pada propeller orisinal jenis 3 daun kurus 10/11 pada saat putaran mesin dinaikkan sesuai dengan yang sudah ditentukan yaitu putaran 400, 500, 600, 700 rpm maka kecepatan kapal dan bahan bakar yang dikonsumsi akan naik pula. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada propeller ini hubungan kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin adalah berbanding lurus. Pada saat putaran mesin dinaikkan maka konsumsi bahan bakar juga akan naik, hal ini dapat dilihat pada putaran motor 400 rpm kecepatan kapal mencapai 2,95 knots, konsumsi bahan bakar yang diperlukan adalah 3,883 ml/menit, sedangkan pada putaran 700 rpm didapatkan kecepatan kapal 5,35 knots dan konsumsi bahan bakar didapatkan sebesar 9,509 ml/menit.

Tabel 5.14 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 10/11 dengan penambahan adjustable circulating duct

Putaran (Rpm)	Trip	Kecepatan (knots)		Konsumsi Bahan Bakar (ml)		Waktu (menit,detik)		Bahan Bakar/Waktu
			rata-rata		rata-rata		rata-rata	
400	i	2,7	3	15	25	6,35	5,775	4,329
	ii	3,3		35		5,2		
500	i	3,3	3,55	20	22,5	5,06	4,66	4,828
	ii	3,8		25		4,26		
600	i	4	4,2	20	25	4,13	4,085	6,120
	ii	4,4		30		4,04		
700	i	4,3	4,45	45	32,5	4,02	3,7	8,784
	ii	4,6		20		3,38		

(i = percobaan pertama, ii = percobaan kedua)

Dari tabel 5.14 data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara kecepatan service kapal, bahan bakar yang dikonsumsi selama pengambilan data dan terhadap putaran mesin.



Grafik 5.6. : Kecepatan - Putaran - Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun kurus 10/11 dengan penambahan adjustable circulating duct

Dari grafik 5.6 diatas dapat dilihat bahwa pada propeller orisinal jenis 3 daun kurus 10/11 dengan penambahan adjustable circulating duct pada saat putaran motor dinaikkan dengan putaran 400, 500, 600, 700 rpm, maka kecepatan kapal dan bahan bakar yang dikonsumsi akan naik pula. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada propeller ini hubungan kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin adalah berbanding lurus. Pada saat putaran mesin dinaikkan maka konsumsi bahan bakar juga akan naik, hal ini dapat dilihat pada putaran mesin 400 rpm kecepatan kapal mencapai 3 knots, konsumsi bahan bakar yang diperlukan adalah 4,329 ml/menit, sedangkan pada putaran 700 rpm didapatkan kecepatan kapal 4,45 knots dan konsumsi bahan bakar didapatkan sebesar 8,784 ml/menit.

Dari data-data yang sudah diperoleh, dapat diketahui prosentase perubahan kecepatan dan konsumsi bahan bakar pada kapal yang menggunakan propeller orisinal dan yang menggunakan penambahan adjustable circulating duct.

Tabel 5.15 : Prosentase kenaikan/penurunan Vs, FOC dan t

Putaran (Rpm)	% Kecepatan	% FOC	% Waktu
400	1,695	25	12,136
500	- 5,333	12,5	6,271
600	- 9,677	- 16,667	17,385
700	- 14,423	8,333	17,274

Dan untuk prosentase kenaikan / penurunannya dapat diperoleh dari :

$$\% \text{ Kecepatan (Vs)} = [(V_{s_c} - V_{s_o}) / V_{s_o}] \times 100\%$$

$$\% \text{ Konsumsi bahan bakar (FOC)} = [(FOC_c - FOC_o) / FOC_o] \times 100\%$$

$$\% t = [(t_c - t_o) / t_o] \times 100\%$$

Dimana : % Vs = prosentase kecepatan

% FOC = prosentase konsumsi bahan bakar

% t = prosentase waktu

Vs_o = kecepatan kapal propeller orisinal (Knots)

Vs_c = kecepatan kapal dengan penambahan circlating duct (Knots)

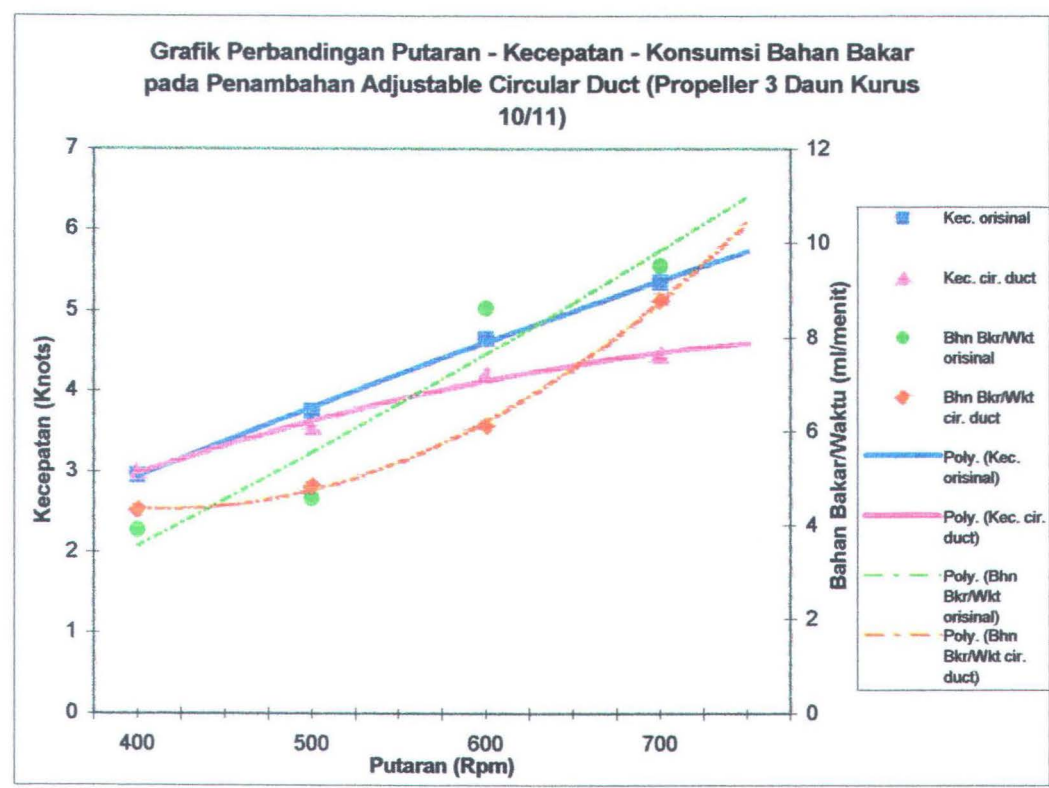
FOC_o = konsumsi bahan bakar propeller orisinil (ml/menit)

FOC_c = konsumsi bahan bakar dengan penambahan circulating duct
(ml/menit)

t_o = waktu yang ditempuh dengan propeller orisinil (menit,detik)

t_c = waktu yang ditempuh dengan penambahan circulating duct
(menit,detik)

Dan untuk lebih jelas lagi tentang perubahan yang terjadi dengan penambahan adjustable circulating duct ini dapat dilihat pada grafik berikut :



Grafik 5.7. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun korus 10/11

Dari grafik 5.7 dan tabel 5.15 diatas dapat kita lihat bahwasanya propeller dengan penambahan adjustable circulating duct dengan dinaikkannya putaran motor tidak dapat menghasilkan kecepatan kapal lebih cepat dibandingkan dengan propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct begitu pula dengan bahan bakar yang dikonsumsi oleh motor juga mengalami kenaikan. Hanya pada putaran motor 400 rpm dengan penambahan adjustable circulating duct terjadi sedikit kenaikan kecepatan dan konsumsi bahan bakarnya dibandingkan dengan propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating

duct, setelah putaran motor ditambah ke 500, 600, 700 rpm dengan penambahan adjustable circulating duct terjadi penurunan kecepatan dan konsumsi bahan bakar dibandingkan dengan propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct. Pada putaran mesin 400 rpm untuk propeller dengan penambahan adjustable circulating duct mengalami kenaikan kecepatan sebesar 1,695 % dengan kenaikan konsumsi bahan bakar 25 % dari propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct. Pada putaran 500 rpm untuk propeller dengan penambahan adjustable circulating duct mengalami penurunan kecepatan sebesar 5,333 % dengan kenaikan konsumsi bahan bakar 12,5 % dari propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct. Pada putaran 700 rpm untuk propeller dengan penambahan adjustable circulating duct mengalami penurunan kecepatan sebesar 14,423 % dengan kenaikan konsumsi bahan bakar 8,333 % dari propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada propeller orisinal ataupun propeller dengan penambahan adjustable circulating duct, hubungan kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin adalah berbanding lurus. Pada saat putaran motor dinaikkan maka konsumsi bahan bakar juga akan naik.

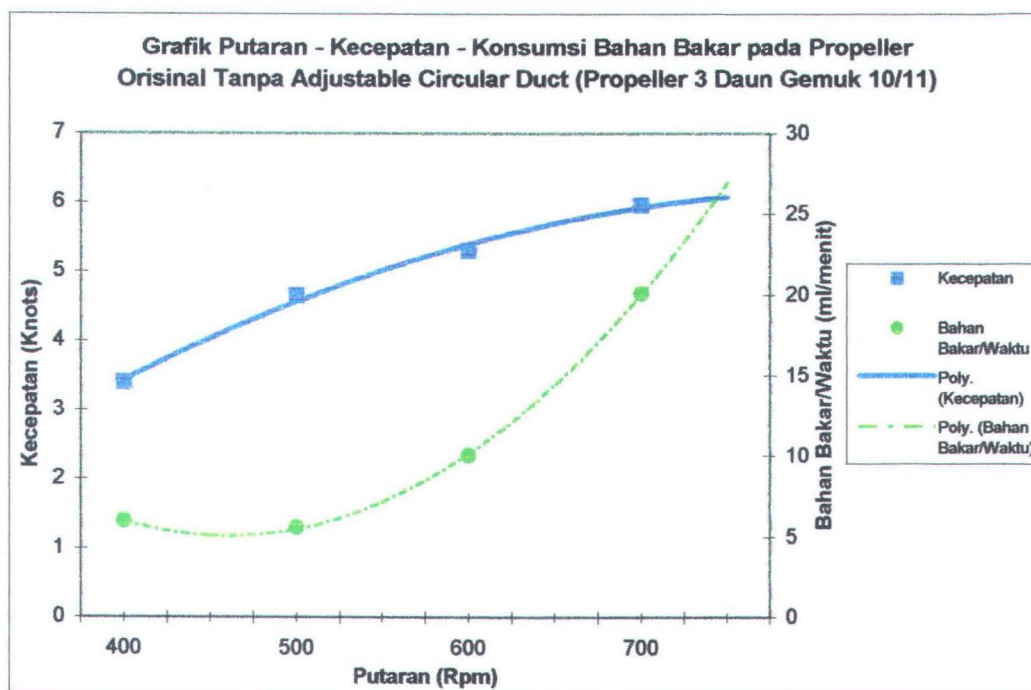
V.2.2. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11

Tabel 5.16 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 10/11

Putaran (Rpm)	Trip	Kecepatan (knots)		Konsumsi Bahan Bakar (ml)		Waktu (menit,detik)		Bahan Bakar/Waktu
			rata-rata		rata-rata		rata-rata	
400	i	3,5	3,4	20	20	3,32	3,365	5,944
	ii	3,3		20		3,41		
500	i	4,8	4,65	15	17,5	3,05	3,15	5,556
	ii	4,5		20		3,25		
600	i	5,4	5,3	30	25	2,44	2,495	10,020
	ii	5,2		20		2,55		
700	i	6,1	5,95	50	50	2,44	2,495	20,040
	ii	5,8		50		2,55		

(i = percobaan pertama, ii = percobaan kedua)

Dari tabel 5.16 data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara kecepatan service kapal, bahan bakar yang dikonsumsi selama pengambilan data dan terhadap putaran mesin.



Grafik 5.8. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11

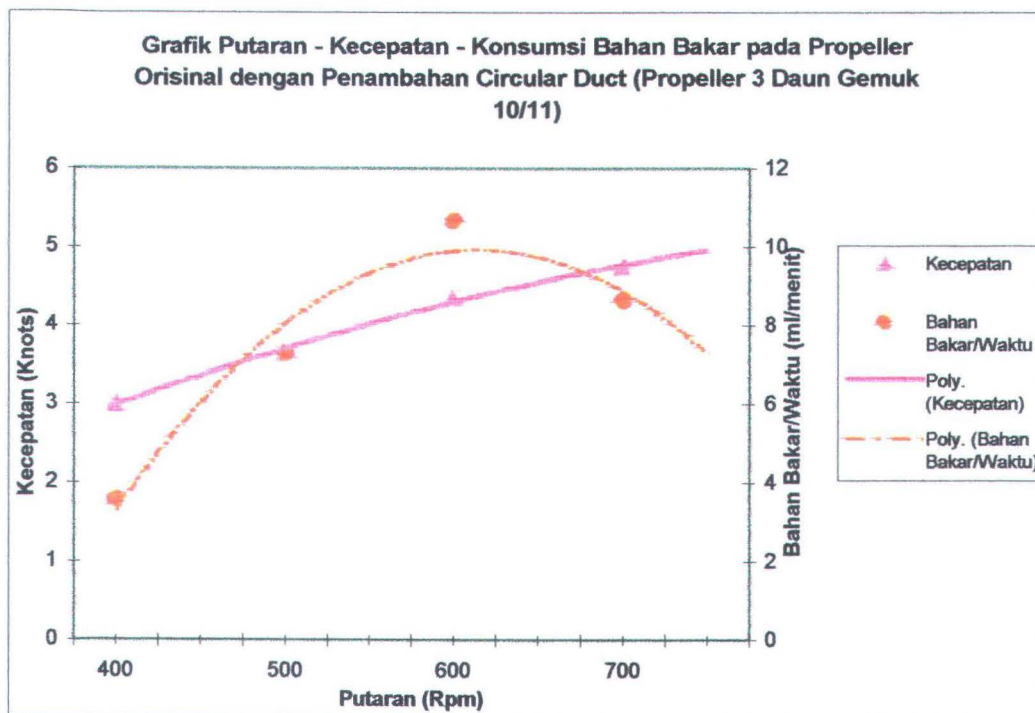
Dari grafik 5.8 diatas dapat dilihat bahwa pada propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11 pada saat putaran motor dinaikkan sesuai dengan yang sudah ditentukan yaitu dengan putaran 400, 500, 600, 700 rpm, maka kecepatan kapal dan bahan bakar yang dikonsumsi akan naik pula. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada propeller ini hubungan kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin adalah berbanding lurus. Pada saat putaran mesin dinaikkan maka konsumsi bahan bakar juga akan naik, hal ini dapat dilihat pada putaran mesin 400 rpm kecepatan kapal mencapai 3,4 knots, konsumsi bahan bakar yang diperlukan adalah 5,944 ml/menit, sedangkan pada putaran 700 rpm didapatkan kecepatan kapal 5,95 knots dan konsumsi bahan bakar didapatkan sebesar 20,04 ml/menit.

Tabel 5.17 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 10/11 dengan penambahan adjustable circulating duct

Putaran (Rpm)	Trip	Kecepatan (knots)		Konsumsi Bahan Bakar (ml)		Waktu (menit,detik)		Bahan Bakar/Waktu
			rata-rata		rata-rata		rata-rata	
400	i	2,8	3	20	20	6,05	5,625	3,556
	ii	3,2		20		5,2		
500	i	3,5	3,65	40	32,5	4,57	4,47	7,271
	ii	3,8		25		4,37		
600	i	4,2	4,35	40	37,5	3,51	3,52	10,653
	ii	4,5		35		3,53		
700	i	4,6	4,75	30	27,5	3,37	3,19	8,621
	ii	4,9		25		3,01		

(i = percobaan pertama, ii = percobaan kedua)

Dari tabel 5.17 data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara kecepatan service kapal, bahan bakar yang dikonsumsi selama pengambilan data dan terhadap putaran mesin.



Grafik 5.9. : Kecepatan - Putaran - Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11 dengan penambahan adjustable circulating duct

Dari grafik 5.9 diatas dapat dilihat bahwa pada propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11 dengan penambahan adjustable circulating duct pada saat putaran motor dinaikkan dengan putaran 400, 500, 600, 700 rpm, maka kecepatan kapal akan bertambah dan untuk bahan bakar yang dikonsumsi ketika putaran motor dinaikkan dari putaran 400, 500, 600 rpm maka akan naik pula tetapi pada saat putaran mencapai 700 rpm maka terjadi penurunan dalam konsumsi bahan bakarnya. Hal itu dapat dilihat ketika putaran motor 600 rpm konsumsi bahan bakar yang digunakan sebesar 10,653 ml/menit dengan kecepatan 4,35 knots sedangkan pada putaran motor 700 rpm konsumsi bahan bakar yang digunakan sebesar 8,621 ml/menit dengan kecepatan 4,75 knots. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada propeller ini hubungan kecepatan kapal dan

konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin adalah berbanding lurus. Pada saat putaran mesin dinaikkan maka konsumsi bahan bakar juga akan naik, hal ini dapat dilihat pada putaran mesin 400 rpm kecepatan kapal mencapai 3 knots, konsumsi bahan bakar yang diperlukan adalah 3,556 ml/menit, sedangkan pada putaran 700 rpm didapatkan kecepatan kapal 4,75 knots dan konsumsi bahan bakar didapatkan sebesar 8,621 ml/menit.

Dari data-data yang sudah diperoleh, dapat diketahui prosentase perubahan kecepatan dan konsumsi bahan bakar pada kapal yang menggunakan propeller orisinal dan yang menggunakan penambahan adjustable circulating duct.

Tabel 5.18 : Prosentase kenaikan/penurunan Vs, FOC dan t

Putaran (Rpm)	% Kecepatan	% FOC	% Waktu
400	-11,765	0	67,162
500	-21,505	85,714	41,905
600	-17,925	50	41,082
700	-20,168	-45	27,856

Dan untuk prosentase kenaikan / penurunannya dapat diperoleh dari :

$$\% \text{ Kecepatan (Vs)} = [(Vs_c - Vs_o)/Vs_o] \times 100\%$$

$$\% \text{ Konsumsi bahan bakar (FOC)} = [(FOC_c - FOC_o)/FOC_o] \times 100\%$$

$$\% t = [(t_c - t_o)/t_o] \times 100\%$$

Dimana : % Vs = prosentase kecepatan

% FOC = prosentase konsumsi bahan bakar

% t = prosentase waktu

Vs_o = kecepatan kapal propeller orisinal (Knots)

V_{s_c} = kecepatan kapal dengan penambahan circlating duct (Knots)

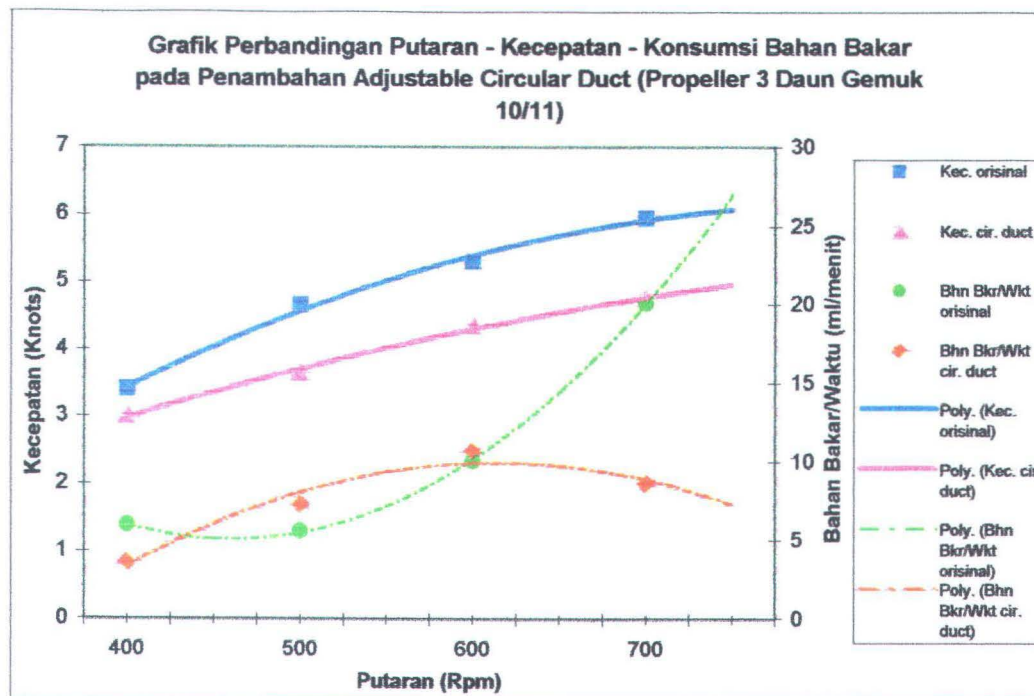
FOC_o = konsumsi bahan bakar propeller orisinil (ml/menit)

FOC_c = konsumsi bahan bakar dengan penambahan circulating duct
(ml/menit)

t_o = waktu yang ditempuh dengan propeller orisinil (menit,detik)

t_c = waktu yang ditempuh dengan penambahan circulating duct
(menit,detik)

Dan untuk lebih jelas lagi tentang perubahan yang terjadi dengan penambahan adjustable circulating duct ini dapat dilihat pada grafik berikut :



Grafik 5.10. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11

Dari grafik 5.10 dan tabel 5.18 diatas dapat kita lihat bahwasanya propeller dengan penambahan adjustable circulating duct tidak dapat menghasilkan kecepatan kapal lebih cepat dibandingkan dengan propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct begitu pula dengan bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin juga mengalami kenaikan. Pada putaran mesin 400 rpm untuk propeller dengan penambahan adjustable circulating duct mengalami penurunan kecepatan sebesar 11,765 % dengan kenaikan konsumsi bahan bakar 0 % dari propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct. Pada putaran 700 rpm untuk propeller dengan penambahan adjustable circulating duct mengalami penurunan kecepatan sebesar 20,168 % dengan kenaikan konsumsi bahan bakar 27,856 % dari propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada propeller orisinal ataupun propeller dengan penambahan adjustable circulating duct, hubungan kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin adalah berbanding lurus. Pada saat putaran mesin dinaikkan maka konsumsi bahan bakar juga akan naik.

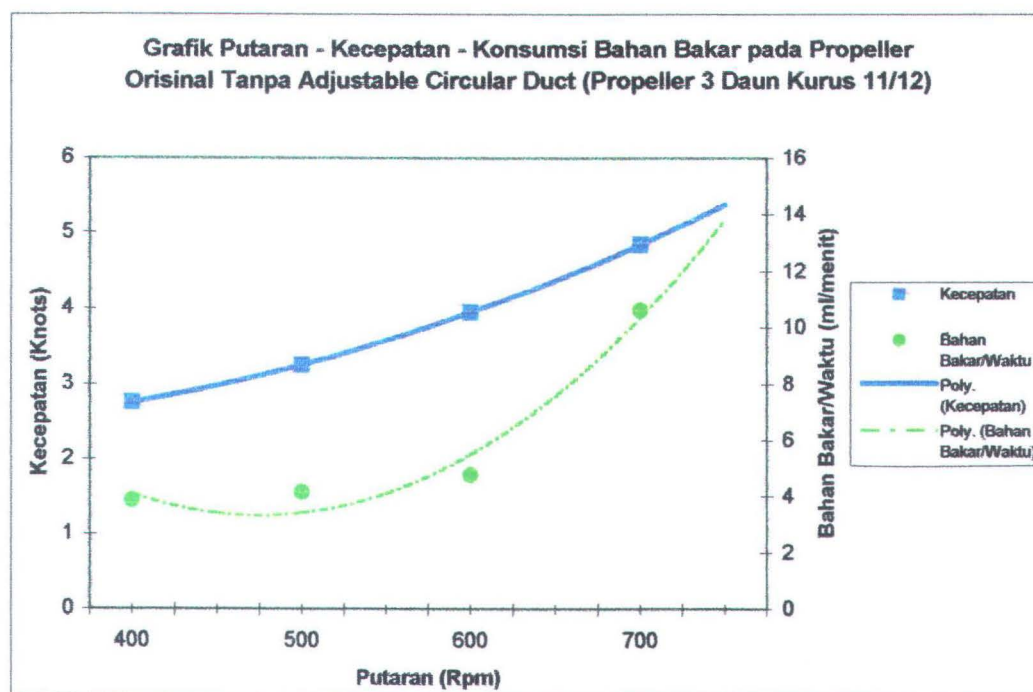
V.2.3. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12

Tabel 5.19 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 11/12

Putaran (Rpm)	Trip	Kecepatan (knots)		Konsumsi Bahan Bakar (ml)		Waktu (menit,detik)		Bahan Bakar/Waktu
			rata-rata		rata-rata		rata-rata	
400	i	2,8	2,75	20	20	5,25	5,2	3,846
	ii	2,7		20		5,15		
500	i	3	3,25	20	20	5,1	4,825	4,145
	ii	3,5		20		4,55		
600	i	3,9	3,95	20	20	4,23	4,21	4,751
	ii	4		20		4,19		
700	i	4,7	4,85	20	20	3,37	3,305	10,590
	ii	5		20		3,24		

(i = percobaan pertama, ii = percobaan kedua)

Dari tabel 5.19 data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara kecepatan service kapal, bahan bakar yang dikonsumsi selama pengambilan data dan terhadap putaran mesin.



Grafik 5.11. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12

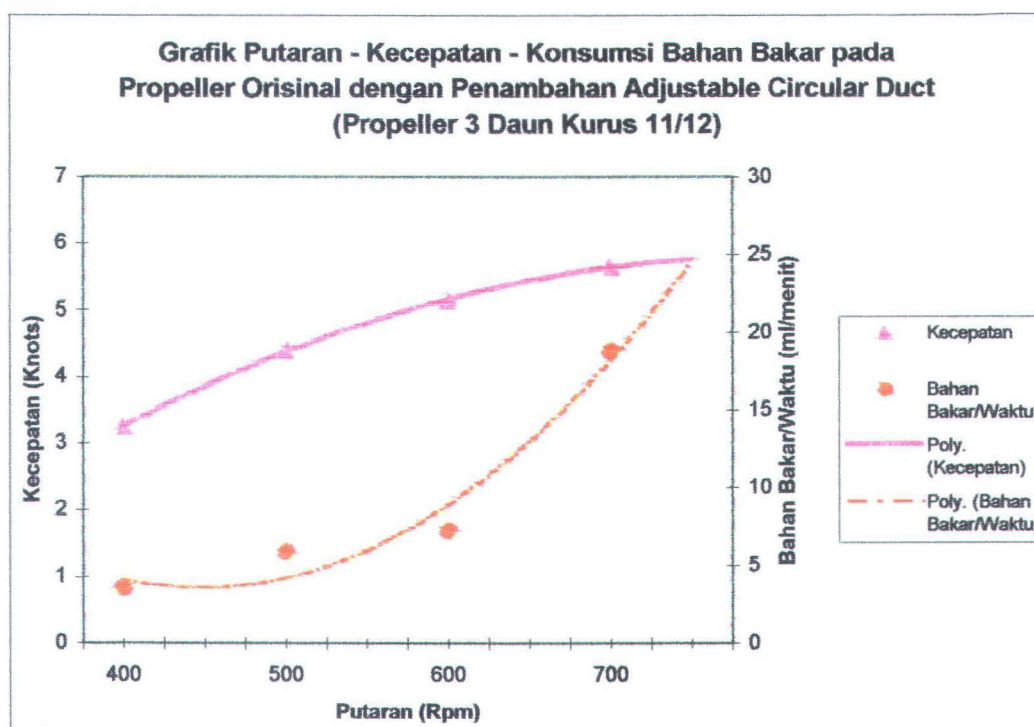
Dari grafik 5.11 diatas dapat dilihat bahwa pada propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12 pada saat putaran mesin dinaikkan sesuai dengan yang sudah ditentukan yaitu dengan putaran 400, 500, 600, 700 rpm, maka kecepatan kapal dan bahan bakar yang dikonsumsi akan naik pula. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada propeller ini hubungan kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin adalah berbanding lurus. Pada saat putaran mesin dinaikkan maka konsumsi bahan bakar juga akan naik, hal ini dapat dilihat pada putaran mesin 400 rpm kecepatan kapal mencapai 2,75 knots, konsumsi bahan bakar yang diperlukan adalah 3,846 ml/menit, sedangkan pada putaran 700 rpm didapatkan kecepatan kapal 4,85 knots dan konsumsi bahan bakar didapatkan sebesar 10,59 ml/menit.

Tabel 5.20 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal kurus 11/12 dengan penambahan adjustable circulating duct

Putaran (Rpm)	Trip	Kecepatan (knots)		Konsumsi Bahan Bakar (ml)		Waktu (menit,detik)		Bahan Bakar/Waktu
			rata-rata		rata-rata		rata-rata	
400	i	2,9	3,25	15	17,5	5,3	4,93	3,550
	ii	3,6		20		4,56		
500	i	4,2	4,4	20	22,5	4,18	3,83	5,875
	ii	4,6		25		3,48		
600	i	5	5,15	20	25	3,55	3,465	7,215
	ii	5,3		30		3,38		
700	i	5,7	5,65	55	52,5	2,59	2,795	18,784
	ii	5,6		50		3		

(i = percobaan pertama, ii = percobaan kedua)

Dari tabel 5.20 data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara kecepatan service kapal, bahan bakar yang dikonsumsi selama pengambilan data dan terhadap putaran mesin.



Grafik 5.12. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12 dengan penambahan adjustable circulating duct

Dari grafik 5.12 diatas dapat dilihat bahwa pada propeller orisinal kurus jenis 3 daun kurus 11/12 dengan penambahan adjustable circulating duct pada saat putaran motor dinaikkan dengan putaran 400, 500, 600, 700 rpm, maka kecepatan kapal dan bahan bakar yang dikonsumsi akan naik pula. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada propeller ini hubungan kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin adalah berbanding lurus. Pada saat putaran mesin dinaikkan maka konsumsi bahan bakar juga akan naik, hal ini dapat dilihat pada putaran mesin 400 rpm kecepatan kapal mencapai 3,25 knots, konsumsi bahan bakar yang diperlukan adalah 3,550 ml/menit, sedangkan pada putaran 700 rpm didapatkan kecepatan kapal 5,65 knots dan konsumsi bahan bakar didapatkan sebesar 18,784 ml/menit.

Dari data-data yang sudah diperoleh, dapat diketahui prosentase perubahan kecepatan dan konsumsi bahan bakar pada kapal yang menggunakan propeller orisinal dan yang menggunakan penambahan adjustable circulating duct.

Tabel 5.21 : Prosentase kenaikan/penurunan Vs, FOC dan t

Putaran (Rpm)	% Kecepatan	% FOC	% Waktu
400	18,182	-12,5	-5,192
500	35,385	12,5	-20,622
600	30,380	25	-17,696
700	16,495	50	-15,431

Dan untuk prosentase kenaikan / penurunannya dapat diperoleh dari :

$$\% \text{ Kecepatan (Vs)} = [(V_{sc} - V_{so})/V_{so}] \times 100\%$$

$$\% \text{ Konsumsi bahan bakar (FOC)} = [(FOC_c - FOC_o)/FOC_o] \times 100\%$$

$$\% t = [(t_c - t_o)/t_o] \times 100\%$$

Dimana : % Vs = prosentase kecepatan

% FOC = prosentase konsumsi bahan bakar

% t = prosentase waktu

V_{so} = kecepatan kapal propeller orisinal (Knots)

V_{sc} = kecepatan kapal dengan penambahan circlating duct (Knots)

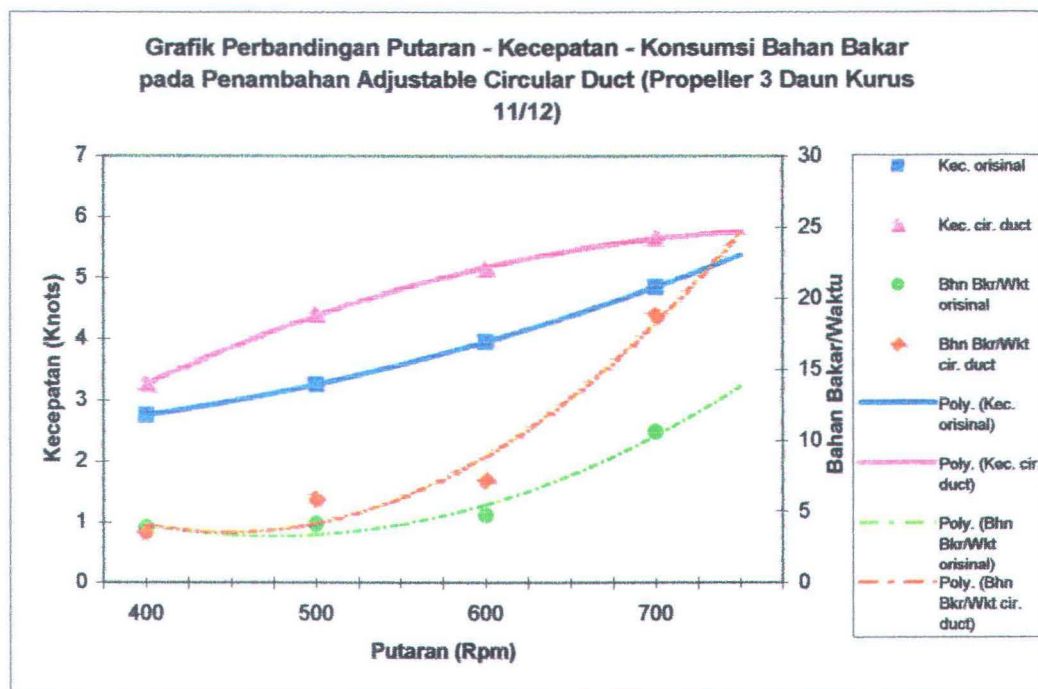
FOC_o = konsumsi bahan bakar propeller orisinil (ml/menit)

FOC_c = konsumsi bahan bakar dengan penambahan circulating duct
(ml/menit)

t_o = waktu yang ditempuh dengan propeller orisinil (menit,detik)

t_c = waktu yang ditempuh dengan penambahan circulating duct
(menit,detik)

Dan untuk lebih jelas lagi tentang perubahan yang terjadi dengan penambahan adjustable circulating duct ini dapat dilihat pada grafik berikut :



Grafik 5.13. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun korus 11/12

Dari grafik 5.13 dan tabel 5.21 diatas dapat kita lihat bahwasanya propeller dengan penambahan adjustable circulating duct dengan dinaikkannya putaran motor dapat menghasilkan kecepatan kapal lebih cepat dibandingkan dengan propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct sedangkan dengan bahan bakar yang dikonsumsi oleh motor mengalami kenaikan. Pada putaran motor 400 rpm untuk propeller dengan penambahan adjustable circulating duct mengalami kenaikan kecepatan sebesar 18,182 % dengan penurunan konsumsi bahan bakar 12,5 % dari propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct. Pada putaran 700 rpm untuk propeller dengan penambahan adjustable circulating duct mengalami penurunan kecepatan

sebesar 16,495 % dengan kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 50 % dari propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada propeller orisinal ataupun propeller dengan penambahan adjustable circulating duct, hubungan kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin adalah berbanding lurus. Pada saat putaran motor dinaikkan maka konsumsi bahan bakar juga akan naik.

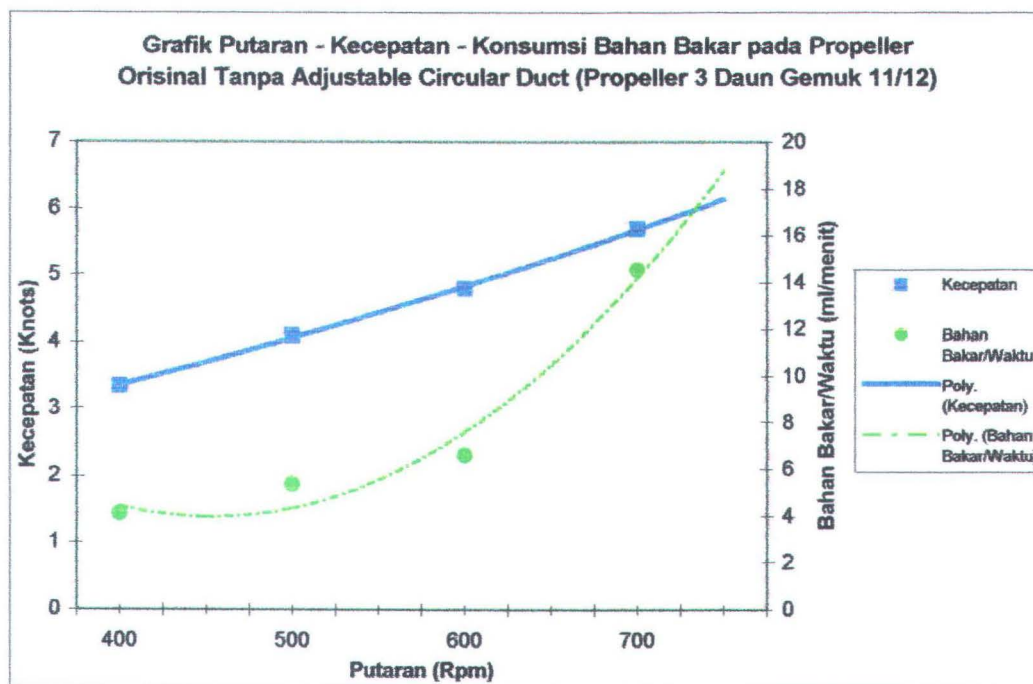
V.2.4. Hasil Percobaan dengan propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12

Tabel 5.22 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 11/12

Putaran (Rpm)	Trip	Kecepatan (knots)		Konsumsi Bahan Bakar (ml)		Waktu (menit,detik)		Bahan Bakar/Waktu
			rata-rata		rata-rata		rata-rata	
400	i	3,4	3,35	20	20	4,56	4,895	4,086
	ii	3,3		20		5,23		
500	i	3,9	4,1	30	25	5,14	4,695	5,325
	ii	4,3		20		4,25		
600	i	4,8	4,8	20	22,5	3,33	3,42	6,579
	ii	4,8		25		3,51		
700	i	5,6	5,7	50	45	3,05	3,1	14,516
	ii	5,8		40		3,15		

(i = percobaan pertama, ii = percobaan kedua)

Dari tabel 5.22 data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara kecepatan service kapal, bahan bakar yang dikonsumsi selama pengambilan data dan terhadap putaran mesin.



Grafik 5.14. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12

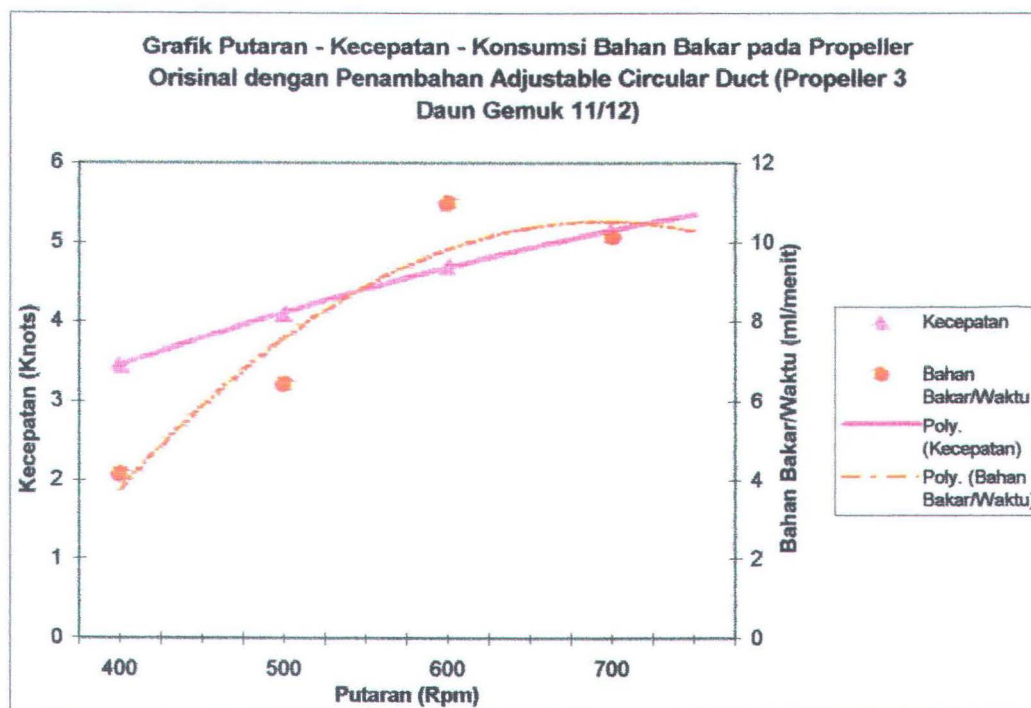
Dari grafik 5.14 diatas dapat dilihat bahwa pada propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12 pada saat putaran mesin dinaikkan sesuai dengan yang sudah ditentukan yaitu dengan putaran 400, 500, 600, 700 rpm, maka kecepatan kapal dan bahan bakar yang dikonsumsi akan naik pula. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada propeller ini hubungan kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin adalah berbanding lurus. Pada saat putaran mesin dinaikkan maka konsumsi bahan bakar juga akan naik, hal ini dapat dilihat pada putaran mesin 400 rpm kecepatan kapal mencapai 3,35 knots, konsumsi bahan bakar yang diperlukan adalah 3,846 ml/menit, sedangkan pada putaran 700 rpm didapatkan kecepatan kapal 5,7 knots dan konsumsi bahan bakar didapatkan sebesar 14,516 ml/menit.

Tabel 5.23 : Hasil percobaan untuk propeller orisinal gemuk 11/12 dengan penambahan adjustable circulating duct

Putaran (Rpm)	Trip	Kecepatan (knots)		Konsumsi Bahan Bakar (ml)		Waktu (menit,detik)		Bahan Bakar/Waktu
			rata-rata		rata-rata		rata-rata	
400	i	3,2	3,45	15	20	5,22	4,82	4,149
	ii	3,7		25		4,42		
500	i	3,9	4,1	25	25	4,23	3,895	6,418
	ii	4,3		25		3,56		
600	i	4,6	4,7	30	37,5	3,48	3,415	10,981
	ii	4,8		45		3,35		
700	i	5,1	5,15	25	32,5	3,22	3,205	10,140
	ii	5,2		40		3,19		

(i = percobaan pertama, ii = percobaan kedua)

Dari tabel 5.23 data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara kecepatan service kapal, bahan bakar yang dikonsumsi selama pengambilan data dan terhadap putaran mesin.



Grafik 5.15. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12 dengan penambahan adjustable circulating duct

Dari grafik 5.15 diatas dapat dilihat bahwa pada propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 10/11 dengan penambahan adjustable circulating duct pada saat putaran motor dinaikkan dengan putaran 400, 500, 600, 700 rpm, maka kecepatan kapal akan bertambah dan untuk bahan bakar yang dikonsumsi ketika putaran motor dinaikkan dari putaran 400, 500, 600 rpm maka akan naik pula tetapi pada saat putaran mencapai 700 rpm maka terjadi penurunan dalam konsumsi bahan bakarnya. Hal itu dapat dilihat ketika putaran motor 600 rpm konsumsi bahan bakar yang digunakan sebesar 10,981 ml/menit dengan kecepatan 4,7 knots sedangkan pada putaran motor 700 rpm konsumsi bahan bakar yang digunakan sebesar 10,140 ml/menit dengan kecepatan 5,15 knots. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada propeller ini hubungan kecepatan kapal dan

konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin adalah berbanding lurus. Pada saat putaran mesin dinaikkan maka konsumsi bahan bakar juga akan naik, hal ini dapat dilihat pada putaran mesin 400 rpm kecepatan kapal mencapai 4,149 knots, konsumsi bahan bakar yang diperlukan adalah 3,556 ml/menit, sedangkan pada putaran 700 rpm didapatkan kecepatan kapal 5,15 knots dan konsumsi bahan bakar didapatkan sebesar 10,140 ml/menit.

Dari data-data yang sudah diperoleh, dapat diketahui prosentase perubahan kecepatan dan konsumsi bahan bakar pada kapal yang menggunakan propeller orisinal dan yang menggunakan penambahan adjustable circulating duct.

Tabel 5.24 : Prosentase kenaikan/penurunan Vs, FOC dan t

Putaran (Rpm)	% Kecepatan	% FOC	% Waktu
400	2,985	0	-1,532
500	0	0	-17,039
600	-2,083	66,667	-0,146
700	-9,649	-27,778	3,387

Dan untuk prosentase kenaikan / penurunannya dapat diperoleh dari :

$$\% \text{ Kecepatan (Vs)} = [(Vs_c - Vs_o)/Vs_o] \times 100\%$$

$$\% \text{ Konsumsi bahan bakar (FOC)} = [(FOC_c - FOC_o)/FOC_o] \times 100\%$$

$$\% t = [(t_c - t_o)/t_o] \times 100\%$$

Dimana : % Vs = prosentase kecepatan

% FOC = prosentase konsumsi bahan bakar

% t = prosentase waktu

Vs_o = kecepatan kapal propeller orisinal (Knots)

V_{s_c} = kecepatan kapal dengan penambahan circlating duct (Knots)

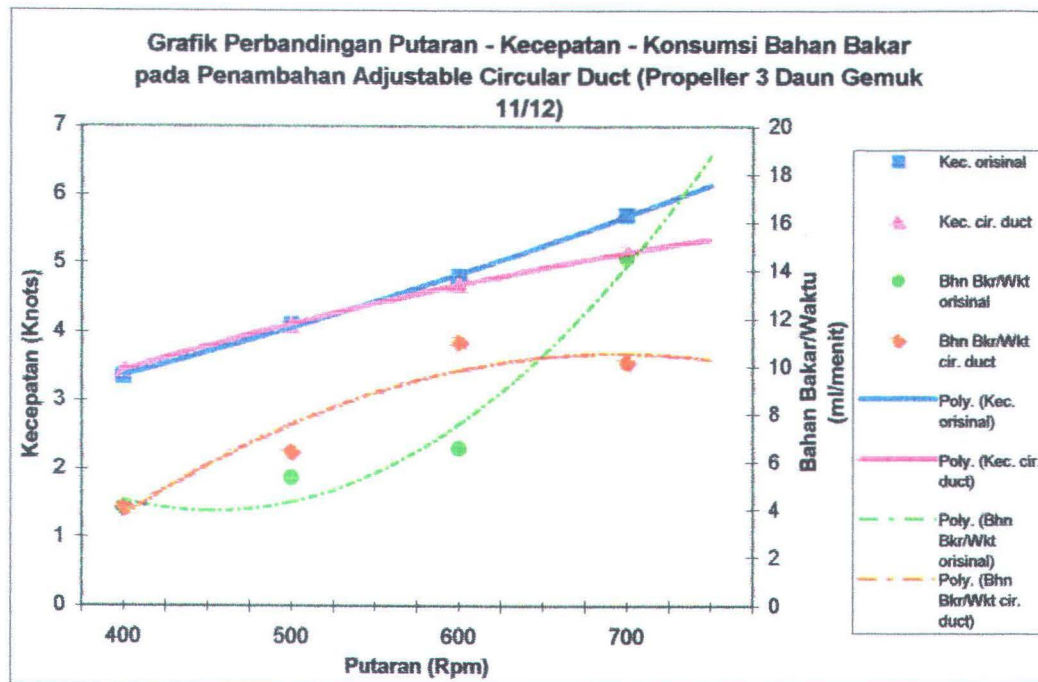
FOC_o = konsumsi bahan bakar propeller orisinil (ml/menit)

FOC_c = konsumsi bahan bakar dengan penambahan circulating duct
(ml/menit)

t_o = waktu yang ditempuh dengan propeller orisinil (menit,detik)

t_c = waktu yang ditempuh dengan penambahan circulating duct
(menit,detik)

Dan untuk lebih jelas lagi tentang perubahan yang terjadi dengan penambahan adjustable circulating duct ini dapat dilihat pada grafik berikut :



Grafik 5.16. : Kecepatan - Putaran – Konsumsi bahan bakar untuk propeller orisinal jenis 3 daun gemuk 11/12

Dari grafik 5.16 dan tabel 5.24 diatas dapat kita lihat bahwasanya propeller dengan penambahan adjustable circulating duct dengan dinaikkannya putaran motor tidak dapat menghasilkan kecepatan kapal lebih cepat dibandingkan dengan propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct sedangkan dengan bahan bakar yang dikonsumsi oleh motor mengalami kenaikan dan penurunan. Hanya pada putaran motor 400 rpm dengan penambahan adjustable circulating duct terjadi sedikit kenaikan kecepatan dibandingkan dengan propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct sedangkan untuk konsumsi bahan bakarnya mengalami penurunan dibandingkan dengan propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct, setelah putaran motor ditambah ke 500, 600, 700 rpm dengan penambahan adjustable circulating duct terjadi penurunan kecepatan dibandingkan dengan propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct sedangkan untuk konsumsi bahan bakar ketika putaran motor ditambah ke 500, 600 rpm mengalami kenaikan tetapi ketika putaran 700 rpm penurunan dibandingkan dengan propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct. Pada putaran mesin 400 rpm untuk propeller dengan penambahan adjustable circulating duct mengalami kenaikan kecepatan sebesar 2,985 % dengan kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 0 % dari propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct. Pada putaran 500 rpm untuk propeller dengan penambahan adjustable circulating duct kecepatan dan konsumsi bahan bakarnya sama dengan propeller orisinal tanpa penambahan circulating duct sehingga tidak mengalami kenaikan ataupun penurunan. Pada putaran 600 rpm untuk propeller dengan penambahan adjustable

circulating duct mengalami penurunan kecepatan sebesar 2,083 % dengan kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 66,667 % dari propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct. Pada putaran 700 rpm untuk propeller dengan penambahan adjustable circulating duct mengalami penurunan kecepatan sebesar 9,649 % dengan penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 27,778 % dari propeller orisinal tanpa penambahan adjustable circulating duct. Dan pada grafik tersebut juga bisa dilihat bahwa pada propeller orisinal ataupun propeller dengan penambahan adjustable circulating duct, hubungan kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin adalah berbanding lurus. Pada saat putaran motor dinaikkan maka konsumsi bahan bakar juga akan naik.

Dari analisa data yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa kecepatan kapal yang dihasilkan dengan penambahan adjustable circulating duct dari 4 propeller orisinal jenis 3 daun yang digunakan, yaitu jenis 3 daun kurus 10/11, 3 daun gemuk 10/11, 3 daun kurus 11/12, 3 daun gemuk 11/12, hanya propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12 yang memiliki kecepatan yang lebih tinggi daripada tanpa penambahan circulating duct dan juga dibarengi kenaikan dalam penggunaan konsumsi bahan bakarnya..

Untuk 3 propeller orisinal yang lain yaitu jenis 3 daun kurus 10/11, 3 daun gemuk 10/11, dan 3 daun gemuk 11/12, dengan penambahan adjustable circulating duct semakin bertambahnya putaran motor dari 400, 500, 600, 700 rpm kecepatan yang dihasilkan semakin lebih rendah daripada tanpa penambahan adjustable circulating duct, hanya pada putaran motor 400 rpm untuk penambahan

adjustable circulating duct dengan menggunakan propeller jenis 3 daun kurus 10/11 dan 3 daun gemuk 11/12 kecepatan kapal yang dihasilkan mampu lebih cepat dari tanpa penambahan adjustable circulating duct. Tetapi perbedaan kecepatan kapal yang dihasilkan pada penambahan adjustable circulating duct dengan tanpa penambahan adjustable circulating duct kenaikan/penurunannya besarnya tidak terlalu signifikan.

Yang mempengaruhi dari hasil percobaan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Posisi adjustable circulating duct dengan propellernya yang tidak sejajar sehingga aliran air yang melewati bagian back propeller tidak maksimal. Adanya sudut antara adjustable circulating duct dengan propellernya menyebabkan adanya perbedaan jarak antara bagian atas propeller dengan bagian bawah propeller yang menyebabkan aliran air yang menuju propeller yang berada dibagian atas propeller dengan yang berada dibagian bawah berbeda.
2. Penempatan dari adjustable circulating ductnya yang terlalu jauh dari propellernya sekitar 20 cm. Seharusnya untuk penempatannya dibuat sedekat mungkin dengan propellernya sekitar 12 cm dari propeller, sehingga aliran air yang keluar dari adjustable circulating ductnya langsung mengenai propeller.
3. Adjustable circulating ductnya yang sering bergerak naik turun ketika kapal berjalan karena tekanan air laut sehingga menyebabkan aliran air yang masuk ke adjustable circulating ductnya kurang maksimal.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Dari percobaan yang telah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penempatan circulating duct didepan propeller dengan posisi propeller dan circulating ductnya sejajar aliran air ternyata dapat meningkatkan kecepatan aliran yang menuju baling-baling (V_a) yang berpengaruh pada peningkatan gaya dorong (Lift).
2. Penambahan adjustable circulating duct pada selubung poros kapal nelayan tipe ouboard engine tidak dapat berfungsi secara maksimal karena tidak sejajarnya posisi circulating duct dengan propeller.
3. Pada penambahan adjustable circulating duct pada selubung poros kapal nelayan tipe ouboard engine hanya pada propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12 yang kecepatan kapalnya dapat meningkat daripada tanpa penambahan adjustable circulating duct. Peningkatan kecepatan kapalnya mencapai 35 % pada putaran motor 500 rpm.
4. Perubahan pada konsumsi bahan bakar tidak sebanding dengan perubahan kecepatan kapal. Pada penambahan adjustable circulating duct dengan menggunakan propeller orisinal jenis 3 daun kurus 11/12 walaupun kecepatan kapalnya bertambah dari tanpa adjustable circulating duct tetapi konsumsi

bahan bakarnya mengalami kenaikan sebesar 50 % pada putaran motor 700 rpm dari tanpa adjustable circulating duct.

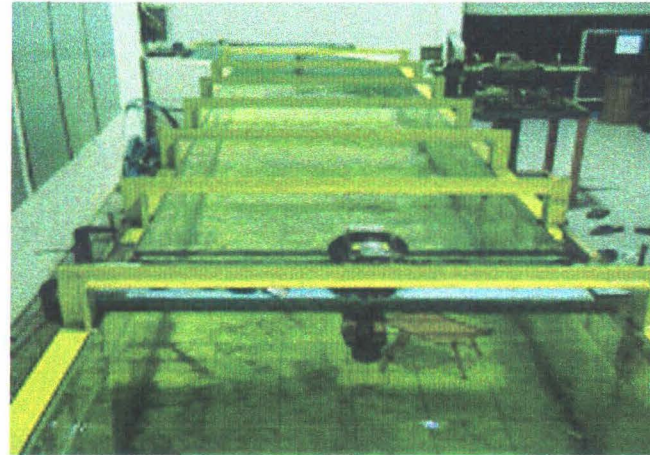
VI.2. Saran

Adapun saran atau pertimbangan yang bisa saya berikan adalah sebaiknya percobaan untuk penambahan circulating duct pada selubung poros kapal perikanan tipe outboard engine tidak perlu untuk dilanjutkan lagi karena hasilnya sudah pasti tidak jauh berbeda.

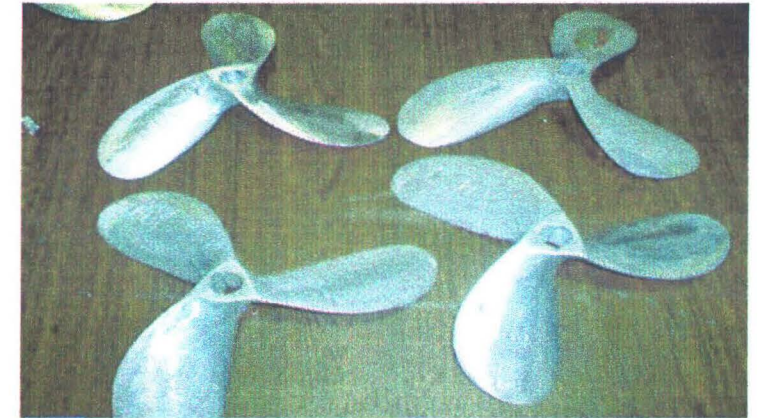
DAFTAR PUSTAKA

1. Harvald Sv. Aa, *Resistance And Propulsion of Ships*, Lyngbi, 1983.
2. Brien T.P.O , *The Design Of Marine Screw Engineers*, London, 1962.
3. Stinton, Darol, *The Design Of Aeroplane*, 1983.
4. Hannan T.E, *Strategy OF Propeller Design*, Glasgow, 1971.
5. Jatmiko E. *Studi Penyempurnaan Propeller Untuk Peningkatan Performance Kapal Nelayan Tradisional*, 2005
6. Sujantoko (1999), *Hand out Tahanan dan propulsi*, Program Pendidikan Tinggi Teknik FTK ITS Surabaya
7. Adji, S.W. (2001) *Propeller Design*, Diktat Kuliah Propulsi, Teknik Sistem Perkapalan ITS Surabaya.
8. Oosterveld, M.W Wake Adapted Ducted Propellers, Netherlands,

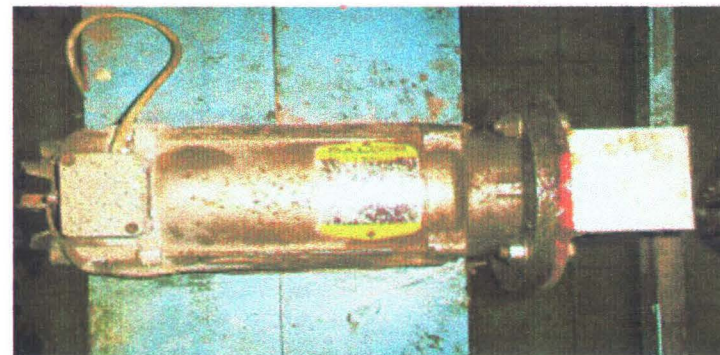
FOTO-FOTO



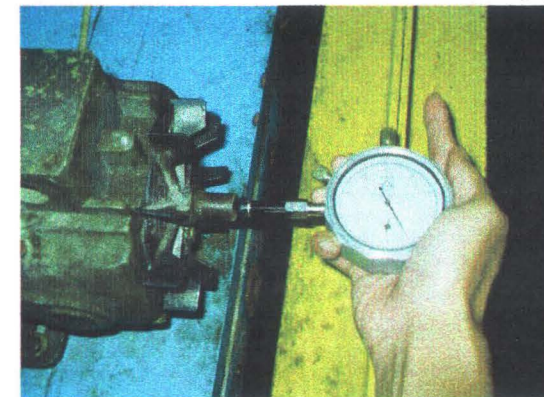
Circulating tank di Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem



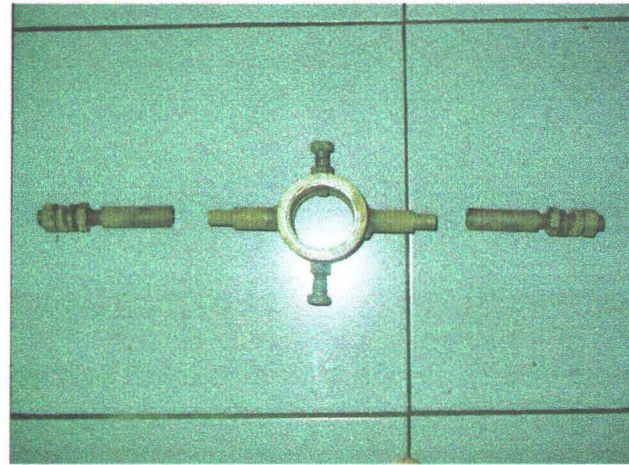
Propeller yang digunakan



Motor listrik yang digunakan pada percobaan di Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem



Pengukuran menggunakan Tachometer pada saat percobaan di Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem



Pengikat circulating duct



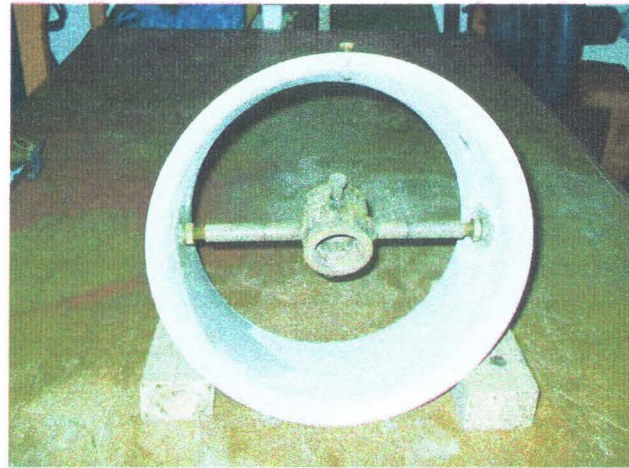
Circulating duct tanpa pengikat



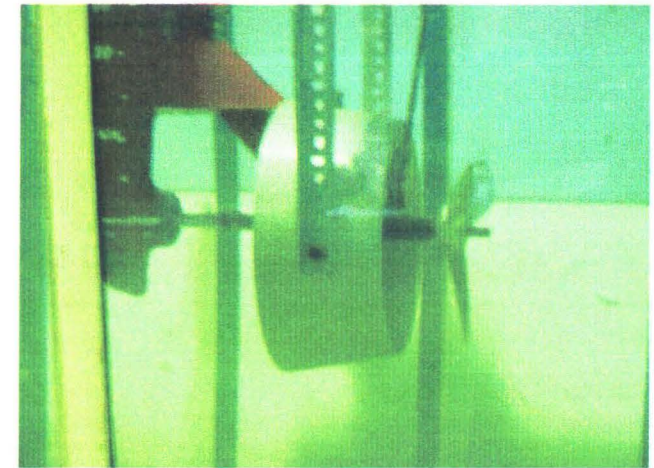
Pengikat sudah terpasang pada circulating duct dengan posisi lubang untuk mengikat pada selubung porosnya dengan posisi sejajar



Pengikat sudah terpasang pada circulating duct dengan posisi lubang untuk mengikat pada selubung porosnya dengan posisi menghadap keatas



Pengikat sudah terpasang pada circulating duct dengan posisi lubang untuk pada selubung porosnya dengan posisi menghadap ke bawah



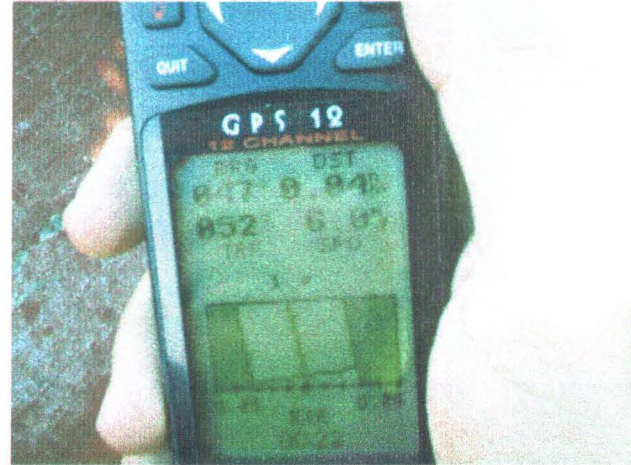
Percobaan dengan penambahan circulating duct di Laboratorium Mesin mengikat Fluida dan Sistem



Rute yang ditempuh pada saat percobaan di laut



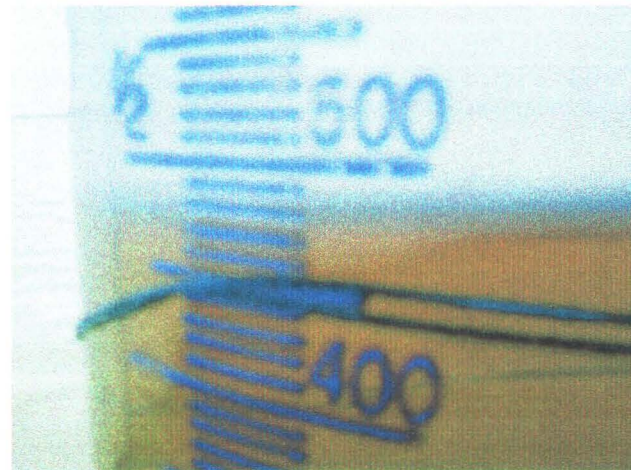
Motor yang dipakai pada kapal nelayan



GPS



Pengukuran dengan menggunakan Tachometer pada saat percobaan di laut.



Pengukur untuk mengukur bahan bakar yang digunakan



Regulator untuk mengatur prosentase putaran motor dan penyearah arus dari AC menjadi DC



Penambahan adjustable circulating duct pada selubung poros propeller dengan posisi sejajar poros



Penambahan adjustable circulating duct pada selubung poros propeller dengan posisi menghadap ke bawah



Penambahan adjustable circulating duct pada selubung poros propeller dengan posisi menghadap ke atas



Posisi adjustable circulating duct ketika berada di dalam air

